

ВЕСТНИК МАШИНОСТРОЕНИЯ

10

**МАШГИЗ
1947**

С О Д Е Р Ж А Н И Е

КОНСТРУИРОВАНИЕ

	Стр.
<i>Добровольский В. В.</i> , заслуж. деят. науки и техники, член корр. АН СССР — К вопросу о пассивных связях	1
<i>Регирер З. Л.</i> , инж. — Повышение усталостной прочности деталей дробеструйной обработкой	7

ТЕХНОЛОГИЯ

Обработка резанием

<i>Розенберг А. М.</i> , д-р техн. наук, проф. — Износ режущего инструмента . . .	16
<i>Егоров С. В.</i> , канд. техн. наук — Обработка пластмасс на токарных станках	22
<i>Зобнин Н. П.</i> , д-р техн. наук, проф. — Качество поверхностей прессовых соединений осей	26

Литейное производство

<i>Меринов В. И., Ряхин В. Н. и Шестаков А. Ф.</i> , инж.-ры — Производство литых кубиков (заготовок) для кузнечных молотовых штампов	29
<i>Шестопал В. М.</i> , канд. техн. наук — Задачи литейного производства в послевоенной Сталинской пятилетке	32
<i>Островский Я. И.</i> , инж. — Новое в технологии литья под давлением	43

Сварка

<i>Гельман А. С.</i> , канд. техн. наук — Новости сварочной техники за рубежом (Обзор по иностранной литературе)	51
--	----

Заводское оборудование и приспособления

<i>Навроцкий Г. А.</i> , канд. техн. наук — Автомаг для обрезки головок болтов . .	60
<i>Неймарк А. М.</i> , инж. — Пневматическая встряхивающая формовочная машина	62
<i>Клейнзингер И. Л.</i> , инж. и <i>Парчевский С. П.</i> — Упрощенный светокопировальный агрегат для скоростного печатания чертежей	63
<i>Неймарк А. М.</i> , инж. — Механизация процесса увлажнения на бегунах	66
<i>Вихман В. С.</i> , канд. техн. наук — Электронный автоматический прибор для многомерного контроля поршней	66

(Окончание содержания см. на 3 стр. обложки)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Артоболевский И. И., академик, **Ассонов А. Д.**, инж., лауреат Сталинской премии, **Ачеркан Н. С.**, д-р техн. наук, проф., **Демьянюк Ф. С.**, инж., лауреат Сталинской премии, **Доллежалъ Н. А.**, д-р техн. наук, проф., **Каменев О. М.**, инж., лауреат Сталинской премии, **Конюшая Ю. П.**, инж., **Кугель Р. В.**, канд. техн. наук, **Миланов О. В.**, инж., **Мильтман Б. С.**, канд. техн. наук, **Никитин П. В.**, канд. техн. наук, **Николаев Г. А.**, д-р техн. наук, проф., **Одинг И. А.**, член корр. АН СССР, лауреат Сталинской премии, **Петрусович А. И.**, канд. техн. наук, **Пиголькин П. Н.**, инж., **Просвирин В. И.**, д-р техн. наук, проф., **Сатель Э. А.**, д-р техн. наук, проф., **Серенсен С. В.**, действ. член АН УССР, **Хрущев М. М.**, проф., лауреат Сталинской премии, **Чернушевич В. А.**, инж., лауреат Сталинской премии, **Чудаков Е. А.**, академик, **Шамин Н. А.**, инж., лауреат Сталинской премии, **Шмыков А. А.**, канд. техн. наук, лауреат Сталинской премии, **Шухгальтер Л. Я.**, канд. техн. наук.

Председатель Редакционного Совета
и Главный редактор *М. З. Сабуров*
Зам. Главного редактора *Л. Я. Шухгальтер*

ИЗДАТЕЛЬ МАШГИЗ МИНИСТЕРСТВА ТЯЖЕЛОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ СССР

ВЕСТНИК МАШИНОСТРОЕНИЯ

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Орган Министерств: Тяжелого машиностроения, Автомобильной и тракторной промышленности, Транспортного машиностроения, Машиностроения и приборостроения

1947 г. октябрь

Год издания XXVII

№ 10

КОНСТРУИРОВАНИЕ

К вопросу о пассивных связях¹

Заслуж. деят. науки и техники, член корр. АН СССР
В. В. ДОБРОВОЛЬСКИЙ

1. Одним из вопросов теории механизмов, который многим кажется легчайшим и наименее важным, если судить о том незначительном внимании, которое ему уделяется, является вопрос о пассивных связях механизмов. Однако, в действительности этот вопрос является основным, с ним мы сталкиваемся в самом начале при установлении понятия «кинематической пары». В самом деле, мы классифицируем пары по числу степеней свободы в относительном движении звеньев, соединенных парой, или по числу «условий связи». Последнее же число сводится к первому, потому что оно, т. е. число связей, определяется вычитанием из 6 (для твердых звеньев) числа степеней свободы; непосредственный же подсчет числа связей невозможен именно вследствие наличия пассивных связей в действительных (а не в «идеальных») механизмах². Возьмем для примера обыкновенную вращательную пару, образуемую поверхностями шейки вала и вкладыша подшипника. Даже если вал лежит в одном подшипнике (что встречается весьма редко), мы имеем конечную поверхность соприкосновения, между тем как для определенности относительного движения звеньев достаточно было бы пяти точек, определенным образом расположенных; это и составило бы пять условий связи, следовательно, остальные точки в бесконечном числе и будут пассивными связями. Известны случаи точечного контакта звеньев, но нет ни одного механизма, где бы во всех парах был только такой контакт. Даже в центровых опорах, когда можно подумать, что здесь имеются лишь две точки контакта, в действительности существует две небольших конических поверхности скольжения. Таким образом конструкция пары не дает возможности подсчитать непосредственно число

¹ Печатается в порядке обсуждения. *Ред.*

² О различии действительных и идеальных механизмов см. мою книгу «Теория механизмов», 1946, стр. 25.

условий связи. Поэтому мы вправе сказать: нет ни одного действительно механизма без пассивных связей.

2. Тем не менее и число условий связи за вычетом пассивных связей представляет существенную характеристику механизма, но уже не в кинематике, а в статике, так как это число позволяет судить о статической определимости механизма, т. е. о возможности определения уравновешивающей силы и всех реакций с помощью только уравнений равновесия. Число же пассивных связей в точности равно числу «лишних» неизвестных в этих уравнениях, вследствие чего для определения неизвестных требуется еще составить уравнения на основе дополнительных предположений о деформациях. В теории сооружений этот вопрос разработан достаточно полно, между тем в машиностроении даже такой простой случай, как вал, лежащий в двух подшипниках, считается статически определимым, и только при большем числе опор говорят о статической неопределимости. Мы же указывали, что даже при одном подшипнике имеются пассивные связи, а следовательно, и статическая неопределимость. Насколько нам известно, впервые обратил на это внимание мой незабвенный учитель А. И. Сидоров, которому я и следовал всегда в своей педагогической практике.

В своей последней книге «Основные принципы проектирования и конструирования машин» (1929) он даже высказывается парадоксально: «Вся статика не верна. Ни одной задачи она верно не решает и без деформаций решить не может!» (стр. 210). Парадокс заключается в том, что уравнения статики, конечно, остаются верными, но применяются они часто неверно: их надо писать для деформированного уже тела; если про это забыть, то в определении сил получится непременно ошибка, которою можно пренебречь лишь при малых деформациях.

Решение статически неопределенных задач хорошо известно из курса теории сооружений, но там речь идет о неподвижных системах. Как же обстоит дело в теории механизмов?

К сожалению, ни в одном курсе мы не нашли никаких указаний на этот счет. А между тем сделать это можно так: превратить механизм в неподвижное сооружение, соединив его с опорой добавочным стержнем по линии действия уравновешивающей силы; если система получится статически определимой, то таким же будет и механизм. В противном случае число «лишних» неизвестных механизма будет то же, что и в сооружении. Следовательно, для определения сил в механизме с пассивными связями стоит только указанным образом превратить его в сооружение и применить приемы теории сооружений.

Итак, наличие пассивных связей в механизме влечет его статическую неопределимость.

3. Установив значение пассивных связей для силовых расчетов механизмов, обратим теперь внимание на условность этого термина.

Обычно силовые расчеты делаются (для примера) в отношении плоских шарнирных механизмов. Эти механизмы в идеальном случае считаются не имеющими пассивных связей, а следовательно, и статически определимыми, если для них выполняется известное условие: $3n - 2p = 1$. Для расчета обычно берут (без всяких оговорок) силы, лежащие в плоскости чертежа.

Представим себе теперь, что имеются силы, выходящие из этой плоскости, например параллельные ей или ее пересекающие, и сейчас же выяснится, что уравнений равновесия нехватает для полного определения неизвестных сил. Что же это означает? В кинематическом отношении ничего не изменилось, — звенья совершают плоско-параллельные движения с общей направляющей плоскостью; но в динамическом отношении механизм должен рассматриваться как пространственный, т. е. к нему должно быть применено условие: $6n - 5p =$

$= 1$, которому он явно не удовлетворяет. Противоречие разрешается предположением о существовании пассивных связей, число которых q определяется из сравнения обеих структурных формул:

$$3n - 2p = 6n - 5p + q,$$

откуда находим, что $q = 3(p - n)$. Для шарнирного четырехзвенника, например, имеем $p = 4$, $n = 3$, следовательно, $q = 3$. Так как это соотношение верно для всех плоских шарнирных механизмов, то установленные таким образом пассивные связи принадлежат всем таким механизмам, обозначенным в нашей системе механизмов как «механизмы 2-го рода»³. Аналогичное заключение можно сделать и для других групп кроме 5-го рода; поэтому мы и назвали эти пассивные связи «родовыми». К иному результату мы придем при наличии пассивных связей и сил, не переводящих механизмы в другую основную группу. Пусть, например, в известном механизме эллипсографа мы соединили добавочным стержнем точку шатуна, описывающую круг, с центром этого круга. Механизм перестал удовлетворять условию $3n - 2p = 1$; но при действии сил в плоскости механизма его нельзя отнести и к «пространственным». Если бы мы это и сделали (формально), то, применяя полученный выше результат, пришли бы к неверному выводу о наличии шести пассивных связей вместо действительно существующей одной (в обычном понимании этого термина). Подобного рода механизмы, оставаясь в своей группе, различаются между собою теми или иными пассивными связями, отчего этим связям мы и дали название «индивидуальных».

Таким образом все пассивные связи идеальных механизмов могут быть отнесены или к «родовым», т. е. общим всем механизмам данного рода, или к «индивидуальным», т. е. присущим только отдельным представителям рода.

4. Приведенный выше пример указывает путь для определения числа родовых пассивных связей в группе механизмов каждого рода. Так, для механизмов 1-го рода мы имеем структурную формулу: $\omega_1 = 2n - p_1$, где n — число подвижных звеньев, а p_1 — число пар 1-го рода, которые только и могут быть в составе этих механизмов. Рассматривая же эти механизмы как пространственные общего вида, т. е. по нашей терминологии — механизмы 5-го рода с пассивными связями, мы имели бы:

$$\omega_5 = 6n - 5p_1 + q;$$

из равенства $\omega_1 = \omega_5$ находим:

$$q = 4(p_1 - n).$$

Например, для трехзвенного винтового механизма, который обычно считают «пространственным», но относимого в нашей системе к механизмам 1-го рода, находим $q = 4$. Это означает превышение на 4 единицы числа неизвестных над числом уравнений равновесия при произвольном расположении приложенных сил.

Для простейшего случая одной винтовой пары между подвижными звеньями и поступательной и вращательной — между этими звеньями и стойкой мы можем выделить эти 4 лишних неизвестных в следующем виде. Пусть даны силы, приложенные к вращающемуся звену; тогда уравновешивающую силу, приложенную к поступательно движущемуся звену, имеем возможность определить (статически), если задана линия ее действия. Для каждой кинематической пары найдем осевую слагаю-

³ См. нашу книгу „Система механизмов“ или „Геометрия механизмов“, 1946, стр. 39.

шую и момент вокруг оси, а неопределенными будут две другие слагающие и два других момента. Всех этих статически неопределимых величин будет 12, но «лишних», т. е. независимых—4. При определенном частном расположении приложенных сил некоторые уравнения равновесия обращаются в тождества. Это позволяет считать лишние неизвестные равными нулю, а потому создается впечатление о статической определимости механизма. Так, в приведенном примере винтового механизма к вращающемуся звену может быть приложена только пара сил в плоскости, перпендикулярной к оси, а к поступательно движущемуся звену — сила по оси. В этом случае можно считать (обычно так и поступают) указанные выше неопределенные величины равными нулю. Однако при этом делают некоторые упрощающие предположения относительно распределения реакций по поверхностям скольжения, что в сущности сводится к пользованию законами деформации.

Рассмотрим еще зубчатую передачу, — механизм, относимый нами вопреки обычному взгляду также к 1-му роду. Если в зацеплении одновременно находится более одной пары зубьев, то зубчатую кинематическую пару надо считать парой 1-го рода, как допускающую единственно возможное относительное движение колес. Тогда формула $\omega_1 = 2n - p_1$ дает верный результат. Если же этот механизм отнести к «плоским», т. е. ко 2-му роду, то для применения структурной формулы надо учесть одну пассивную связь $\omega_2 = 3n - 2p_1 + q$. Наличие пассивной связи выражается в статической неопределимости реакций в зубьях, связанных, однако, с приложенными силами уравнением моментов. Таким образом статически определимой оказывается сумма моментов этих реакций. Известно, однако, что кинематическая определенность остается и при зацеплении одной пары зубьев, и тогда в формуле для ω_2 не надо прибавлять q . Можно ли в таком случае считать передачу механизмом 1-го рода? Мы утверждаем, что можно, так как и здесь зубчатая кинематическая пара поставлена в такие условия, что относительное движение колес оказывается единственно возможным, т. е. совершается с одной степенью свободы. В этом случае происходит понижение рода пары вследствие существования других связей механизма. Это явление аналогично тому, когда в цилиндровой машине мы считаем пару «поршень — цилиндр» поступательной, а не цилиндрической, какою она должна бы считаться, если ее рассматривать независимо. С этой точки зрения мы и кулачковые механизмы относим к 1-му роду, что после сказанного не требует пояснения. В случае некруглых колес мы должны сюда же отнести и центроидные механизмы, т. е. такие, звенья которых очерчены по центроидам, катящимся одна по другой без скольжения, независимо от того, существует трение или нет. Такую пару качения, взятую отдельно, надо считать парой 2-го рода, так как при этих условиях скольжение возможно, между тем в центроидном механизме чистое качение обеспечено кинематически другими связями механизма. По отношению к статической определимости мы здесь имеем совершенно то же, что и в зубчатой передаче с двойным контактом зубьев, т. е. с двумя условиями связи: величина реакции звеньев и ее направление связаны уравнением моментов, а потому без рассмотрения деформаций нельзя утверждать, что эта реакция направлена по общей нормали. Необходимость ввести в рассуждение деформации указывает на статическую неопределимость, т. е. на существование пассивных связей, если относить этот механизм ко 2-му роду.

Приведем еще пример плоского шарнирного четырехзвенника, обычно относимого ко 2-му роду и без пассивных связей. Последнее, однако, можно признать только в том случае, когда приложенные силы расположены в одной плоскости, которая в то же время является плоскостью

симметрии механизма. В противном случае определение реакций будет задачей статически неопределенной. Но ее можно сделать статически определенной, если один из шарниров заменить шаровой парой, а другой — цилиндрической. Движение механизма останется прежним, — обе заменяющие пары будут работать как простые вращательные, т. е. с понижением их рода, но они могут считаться каждая в своем роде, если применить формулу механизмов 5-го рода. При обычных же шарнирах эта формула дает три пассивных связи:

$$\omega_5 - \omega_2 = 6n - 5p_1 + q - (3n - 2p_1) = 0,$$

откуда

$$q = 3(p_1 - n).$$

Таким образом приходим к понятию условной статической определенности для механизмов всех родов, кроме 5-го. Здесь число родовых пассивных связей определяется сравнением структурной формулы данного рода с формулой для 5-го рода.

5. Индивидуальные пассивные связи, как было указано на примере эллипсографа, не могут быть подсчитаны способом, указанным для родовых. Их можно обнаружить только в том случае, если число степеней свободы механизма стало известно, помимо вычисления по структурной формуле, т. е. если это действительное число степеней свободы окажется больше получаемого в результате вычисления по формуле рода данного механизма.

Действительное число степеней свободы может быть найдено по схеме кинематическим анализом (построением положений или плана скоростей). Применять с этой целью модели механизмов надо осмотрительно, чтобы не принять самотормозящийся механизм за неизменяемую систему. Число пассивных связей получится вычитанием числа степеней свободы, подсчитанных по формуле, из действительного числа степеней свободы механизма. Хорошей проверкой полученного результата может служить выбрасывание некоторых связей из механизма. Если число степеней свободы механизма после этого останется прежним, то первоначальный механизм имеет пассивные связи в количестве выброшенных связей. Процесс выбрасывания связей иногда дает повод думать, что выброшенные связи и являются пассивными, т. е. что таким образом мы не только определяем число пассивных связей, но и указываем их место в механизме. Это ошибочное утверждение опровергается тем, что лишить механизм пассивных связей можно выбрасыванием различных связей. Приведем пример механизма Беннетта, имеющего, как известно, три пассивных связи. Механизм их лишится, если один из шарниров заменить шаровой парой, а одно звено — двумя, соединенными поступательной парой; здесь $n = 4$ (вместо 3), $p_1 = 4$; $p_2 = 0$; $p_3 = 1$, следовательно, $\omega_5 = 1$. Но можно оставить 4 звена и кроме замены одного шарнира шаровой парой заменить еще второй шарнир цилиндрической парой или оставить лишь один шарнир, а остальные три заменить цилиндрическими.

Из сказанного следует, что механизм, имеющий индивидуальные пассивные связи, оставаясь в группе своего рода, не может быть назван условно статически определенным; так, эллипсограф с кривошипом даже при действии сил в плоскости схемы остается статически неопределенным.

Число таких пассивных связей равно разности между числом действительных степеней свободы механизма и их числом по структурной формуле данного рода.

6. Считая механизм условно статически определенным в указанном выше смысле, т. е. имеющим лишь родовые пассивные связи, мы таким

образом определяем из уравнений равновесия некоторые величины. Можно для каждого рода и вида механизма наперед указать эти величины, для чего достаточно найти символ механизма по нашей таблице.

Так, для механизмов $ПП$, т. е. для таких, звенья которых могут совершать только поступательные движения, параллельные одной и той же плоскости, предполагая все силы в одной плоскости, мы, кроме уравновешивающей силы, можем в этой плоскости определить из уравнений равновесия величины и направления всех реакций; неизвестными останутся положения линий, их действия, т. е. их моменты в этой плоскости. Если же силы не лежат в одной плоскости, то статически неопределимы будут еще их слагающие, перпендикулярные к плоскости, и моменты в плоскостях, перпендикулярных к ней же. Для механизмов $П||B$, т. е. для таких, звенья которых имеют движения, составленные из поступательных одного и того же направления и вращательных вокруг общей оси того же направления, к которым принадлежит рассмотренный выше трехзвенный винтовой механизм, определяем осевые реакции и моменты вокруг общей оси и т. д. Следовательно, для механизмов 1-го рода мы имеем возможность статически определить две величины, относящиеся к реакциям, именно те, которые указаны символом, понимая под буквой $П$ — силы (или слагающие сил) по направлению поступательного движения, а под буквою B — моменты вокруг оси вращения.

Для плоских шарнирных механизмов, обозначенных символом $ПП \perp B$, мы имеем аналогичное указание: две буквы $П$ означают возможность найти обе слагающие реакций в плоскости движения, а следовательно, и всю силу в этой плоскости, буква B — возможность найти и расположение сил в той же плоскости. В частности, для вращательных пар заранее считаем реакции их проходящими через центры вращения, а для поступательных пар — плечи их реакций. Для сферических же механизмов, помещенных под символом BBB , найдем для каждой реакции все три момента, т. е. полный момент относительно общего центра вращения, но не найдем величин самих реакций. При сферическом изображении этих механизмов мы на изображающей сфере определим реакции, проходящие через центры шарниров, т. е. через изображения осей вращения, аналогично тому, как при изображении «плоских» механизмов на плоскости, находим реакции в шарнирах⁴; умножая же реакции на радиус изображающей сферы, определим указанные выше моменты.

Таким образом для механизмов 2-го рода определили статически три величины в соответствии с тремя буквами их символа и т. д.

Наличие индивидуальных связей не позволяет провести такого процесса. Поэтому к каждому такому механизму следует применять «индивидуальный» подход, подыскав такие уравнения статики и деформации, которые позволили бы определить все неизвестные. В этом случае можно только рекомендовать обратить механизм в неизменяемую систему, введя еще одну связь, и применить к последней приемы, известные из теории сооружений.

Итак, родовые пассивные связи позволяют отделить лишние неизвестные, между тем как индивидуальные связи приводят только к соотношениям между неизвестными.

7. Проведенный анализ далеко не исчерпывает всех возможных случаев, которые могут встретиться при определении реакций в механизмах, даже «идеальных», — для этого пришлось бы заново перестроить всю кинестатику механизмов. Тем более это трудно сделать для дей-

⁴ См. „Основы теории сферических механизмов“, Известия АН СССР, 1940.

ствительных механизмов с их неизбежными «ошибками»⁵. Однако, как нам кажется, здесь указывается то направление, по которому надо идти в решении этой задачи.

Вопрос о пассивных связях, следовательно, вовсе не так прост, как это может показаться с первого взгляда, и требует к себе весьма внимательного отношения. Важность его решения для конструирования механизмов и машин бесспорна. Если в такой сравнительно простой задаче, как определение реакций многоопорной балки, не нашли еще достаточно точного и пригодного для практики решения, то тем с большей осторожностью надо подходить к аналогичной задаче по отношению ко всему механизму в целом.

⁵ См. Н. Г. Бруевич, Точность механизмов, 1946.

Повышение усталостной прочности деталей дробеструйной обработкой

Инж. З. Л. РЕГИРЕВ

Усталостное разрушение деталей машин и механизмов, работающих в условиях знакопеременного изгиба или кручения, происходит от растягивающих напряжений. Для таких деталей, как крестовины шарниров, пружины, рессоры, шестерни, торсионные, коленчатые и карданные валы, — эти растягивающие напряжения достигают значительной величины, и их уменьшение имеет весьма существенное значение.

Одним из эффективных методов борьбы с влиянием растягивающих напряжений на развитие усталостного разрушения в поверхностном, максимально напряженном, слое детали является дробеструйный наклеп (Shot peening), который создаст в этом слое остаточные сжимающие напряжения.

При работе наклепанной детали в условиях знакопеременных нагрузок сопротивление растяжению поверхностного слоя увеличивается; возникающие растягивающие напряжения в поверхностном слое уменьшаются под влиянием предварительно созданных дробеструйным наклепом сжимающих напряжений, благодаря чему усталостная прочность поверхностного слоя, а следовательно и всей детали, повышается.

Дробеструйный наклеп производится ударами круглой стальной или чугуновой закаленной дроби, выбрасываемой с высокой скоростью на поверхность обрабатываемой детали. Струя дроби вызывает пластическую деформацию поверхностного слоя стали толщиной от 0,15 до 3 мм; эта деформация происходит при напряжениях, превышающих напряжения, при которых устанавливается предел текучести при растяжении, а потому поверхностный наклепанный слой стали делается более твердым и прочным. Так как пластичность наклепанного слоя при этом уменьшается, то слишком интенсивный наклеп, а вместе с тем и высокие сжимающие напряжения в наклепанном слое вызывают чрезмерные растягивающие напряжения во внутрилежащем слое. Это приводит к образованию микротрещин, т. е. к понижению прочности детали. Таким образом в результате слишком интенсивного наклепа может быть получено вместо повышения даже понижение усталостной прочности.

Под наклепанным поверхностным слоем располагается слой стали, не достигший своего предела текучести и, следовательно, упругий. По окончании процесса дробеструйного наклепа в этом внутрилежащем слое возникают растягивающие напряжения, а в поверхностном наклепанном — остаточные сжимающие напряжения, которые в несколько раз больше растягивающих напряжений внутреннего слоя.

Вследствие воздействия дроби на стальную деталь на поверхности стали образуются мелкие вмятины, делая ее шероховатой. Эти вмятины (рис. 1) являются местами концентрации напряжений, которые могут понизить усталостную прочность и уничтожить эффект от действия остаточных сжимающих напряжений. Однако этого не происходит по двум причинам: во-первых, многочисленные вмятины на поверхности после дробеструйной обработки, расположенные вплотную одна к другой (рис. 2), равномерно и благоприятно распределяют напряжения между собой; концентрация напряжений при этом получается более низкой, чем в тех случаях, когда на поверхности стали имеется одна или несколько вмятин, расположенных на расстоянии друг от друга; во-вторых, поверхность вмятины под действием дроби

становится очень гладкой, что также понижает концентрацию напряжений, максимальную у основания вмятины.

У деталей, которые работают при повторных напряжениях сжатия или растяжения, действующих в осевом направлении, дробеструйный наклеп значительно меньше повышает усталостную прочность, чем у работающих при повторном изгибе или кручении. Это объясняется тем, что в первом случае напряжения равномерно распределены по всему поперечному сечению детали и значительная часть нагрузки падает на внутрилежащие слои детали, до ее сердцевины включительно, на которые дробеструйная поверхностная обработка не распространяется.

При достижении напряжений, по величине равных пределу текучести сердцевины, происходит течение металла, хотя частично напряжения и перемещаются от сердцевины детали к наклепанному поверхностному слою, который имеет более вы-

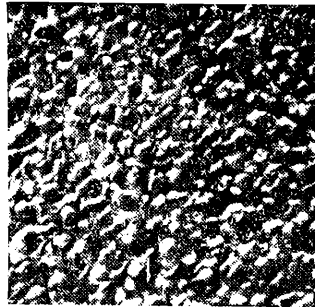


Рис. 1. Поверхность цементованной и закаленной стали ($62 H_{RC}$) после обработки дробью диам. 1,4 мм.
×7

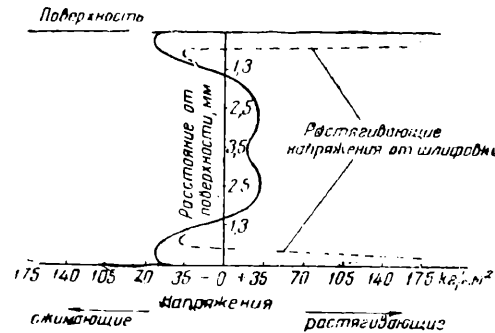


Рис. 2. Величина и характер напряжений в цементованном, закаленном и шлифованном образце

сокий предел текучести, чем сердцевина; при этом получается незначительное упрочнение детали. У деталей же, работающих при переменном изгибе или кручении, напряжение изменяется от нуля в нейтральной оси до максимума на поверхности¹.

Таким образом поверхностный наклепанный слой работает при максимальных напряжениях, превышающих напряжения любого места сердцевины равного сечения; отсюда становится ясной роль дробеструйного наклепа, упрочняющего такие детали значительно больше, чем детали, которые работают в условиях растяжения или сжатия.

В табл. 1 приведены данные о влиянии дробеструйного наклепа на усталостную прочность деталей, испытывающих в эксплуатации переменные по знаку и величине напряжения изгиба и кручения. Усталостная прочность их благодаря этому значительно повысилась.

Лабораторными и эксплуатационными испытаниями, а также практикой установлено положительное влияние дробеструйного наклепа на:

- 1) коленчатые валы двигателей внутреннего сгорания, особенно быстроходных, большой мощности дизельмоторов (шейки—шатунные и коренные и главным образом галтели в местах перехода от шеек к щекам и края отверстий, т. е. места концентрации напряжений);
- 2) шатуны двигателей внутреннего сгорания (особенно в местах перехода от тела шатуна к головкам);
- 3) пальцы траков гусениц;
- 4) крестовины шарниров карданного сочленения (Гука, Спайсера);
- 5) спиральные пружины (клапанные—двигателей внутреннего сгорания, вагонные и паровозные подвески танков);
- 6) рессорные листы (вагонные, паровозные, автомобильные), особенно на усталостную прочность коренных листов с ушками;
- 7) торсионные валы подвески танков;
- 8) шестерни коробки перемены передач и дифференциала (автомобильные, тракторные, танковые), ведущие и ведомые (тепло- и электровозы), повышая сопротивление питтингообразованию на рабочей поверхности зубьев, понижая концентрацию напряжений у основания зубьев и увеличивая износоустойчивость последних.

Дробеструйный наклеп уменьшает концентрацию напряжений на выступках, канавках, в отверстиях, в местах перехода от одного сечения к другому (например,

¹ Для деталей некруглого сечения, подвергающихся кручению, это не всегда справедливо.

Таблица 3

Деталь и род нагрузки	Состояние деталей		Количество циклов (N) или часов (t) до разрушения	$\sigma_{\text{вн}} \text{ кг/мм}^2$
Рессорные листы (переменный изгиб)	После пескоструйной очистки . .		50 000 (N)	—
	После травления		60 000 (N)	—
	После дробеструйного наклепа . .		300 000 (N)	—
Пружины из закаленной и отпущенной проволоки диам. 3 мм $\sigma_b=140-165 \text{ кг/мм}^2$	Без поверхностных дефектов	Без наклепа	—	53
		После дробеструйного наклепа . .	—	76
	С поверхностными дефектами	Без наклепа	—	32
		После дробеструйного наклепа . .	—	75
Шестерни коробки перемены передач танка М4 (США)	Без наклепа		33 (t)	—
	После дробеструйного наклепа . .		50 (t) без разрушения	—
Шестерни коробки перемены передач грузового автомобиля	Без наклепа		2,5 (t)	—
	После дробеструйного наклепа . .		40 (t)	—

от шейки к щеке коленчатого вала, от головки к стержню торсионного вала, от стержня к головке болта, от тела к головке шатуна, во впадинах между зубьями шестерен и т. п.). Особенно эффективно влияние дробеструйного наклепа, когда деталь или часть ее не полирована.

Возможность обработки отдельных, наиболее напряженных мест деталей при их сложной форме, когда применение других методов упрочнения затруднено, делает метод дробеструйного наклепа чрезвычайно ценным.

Дробеструйная обработка повышает прочность деталей с высокой и низкой твердостью. При этом следует учитывать, что чем выше поверхностная твердость обрабатываемой дробью детали, тем более высокие сжимающие напряжения могут быть получены. Это заставляет особенно тщательно подбирать интенсивность наклепа для таких деталей.

При низкой твердости последних их можно обрабатывать с довольно высокой интенсивностью, не опасаясь получить чрезмерный наклеп.

В отдельных случаях (шатуны, зубья шестерен, шейки валов, пальцы шатуна) дробеструйная обработка заменяет шлифовку и полировку, значительно понижая трудоемкость, освобождая шлифовальные станки и повышая при этом прочность деталей. Кроме того, дробеструйный наклеп применяется иногда для исправления и повышения усталостной прочности деталей, обезуглероженных при нагреве для термической обработки, испорченных ржавчиной, имеющих начальные питтинги или начальный износ. Дробеструйный наклеп несколько повышает также сопротивление сталей коррозии.

Наиболее эффективен дробеструйный наклеп для деталей небольшого сечения, у которых отношение глубины вклепанного слоя к сечению детали достаточно велико. Так как глубина наклепанного слоя получается вообще небольшой, то у деталей большого сечения указанное отношение получается малым и, следовательно, усталостная прочность при дробеструйном наклепе у них ниже, чем у деталей небольшого сечения. Глубину наклепанного слоя у деталей большого сечения можно увеличить (в известных пределах), применяя крупную дробь и высокую скорость ударов.

Можно предположить, что у деталей, работающих в условиях переменного изгиба или кручения, увеличение усталостной прочности благодаря дробеструйному наклепу является некоторой функцией отношения глубины наклепанного слоя к сечению детали.

Дробеструйная обработка повышает усталостную прочность деталей, изготовленных не только из стали, но также из чугуна и цветных металлов (из бронзы, латуни, силумина, дуралюмина).

Дробеструйный наклеп является ценным дополнением к цементации, цианированию, закалке и к высокочастотной поверхностной закалке деталей, работающих при переменных нагрузках изгиба или кручения.

Поверхностный тонкий слой с пониженными напряжениями сжатия у деталей после цементации и закалки (рис. 2) не позволяет значительно повысить их усталостную прочность. Вредные остаточные растягивающие напряжения в результате шлифовки резко увеличиваются и достигают на поверхности цементованной и закаленной стали 175 кг/мм² (рис. 2), переходя на глубине 0,6 мм в напряжения сжатия.

Дальнейшая дробеструйная обработка таких деталей уменьшает растягивающие напряжения или переводит их в остаточные сжимающие, т. е. повышает их усталостную прочность.

После дробеструйной обработки деталей с прямоугольными или острыми выступающими краями в последних концентрируются напряжения, что может резко понизить усталостную прочность детали. Во избежание этого следует до обработки закруглить края.

Изменение остаточных напряжений сжатия, возникших вследствие дробеструйного наклепа в поверхностном слое деталей, при их работе в условиях переменных нагрузок высокого значения, представляет особый интерес, так как оно определяет собой условия сохранения полученного упрочнения при эксплуатации деталей.

Испытания, проведенные в Иллинойском университете [1], показывают, что после дробеструйной обработки однократное нагружение наклепанного образца выше предела текучести уже резко понижает остаточные сжимающие напряжения. Нагрузка ниже предела текучести влияет значительно меньше, и, например, при нагрузке наклепанного образца, вызывающей напряжение, равное $\frac{1}{3}$ предела текучести, даже после одного миллиона циклов, остаточные сжимающие напряжения почти не меняются.

В табл. 2 показано влияние величины и характера нагрузки на изменение остаточных сжимающих напряжений в наклепанных дробеструйной обработкой образцах.

Т а б л и ц а 2

Сталь наклепанных образцов	Характер нагрузки	Изменение остаточных сжимающих напряжений
Среднеуглеродистая	Знакопеременный изгиб, нагрузка до 0,02% остаточной деформации; 25 циклов	Понижение на 72%
	Знакопеременный изгиб, при напряжении, равном 62,5% от σ_s 1 млн. циклов	Понижение на 41%
Цементованная, закаленная и отпущенная	Знакопеременный изгиб при напряжении 28 кг/мм ² ; 1 млн. циклов	Нет заметного снижения
	Знакопеременный изгиб при напряжении 35 кг/мм ²	Усталостное разрушение образцов
	Изгиб при напряжении 87,5 кг/мм ² , 1 цикл	Нет заметного снижения

На рис. 3 представлены кривые усталости образцов стали 50 без наклепа и наклепанных дробеструйной обработкой; у вторых усталостная прочность повышенная. Влияние дробеструйного наклепа на усталостную прочность стали 50, выраженную числом циклов N до разрушения при данном напряжении σ_w приведено в табл. 3а, и величиной максимального напряжения при данном числе циклов N в табл. 3б. Из таблиц видно, что дробеструйный наклеп значительно повышает число циклов до разрушения и несколько меньше влияет на предел усталости.

Сравнительные результаты испытаний на усталость различных сталей после дробеструйного наклепа и без него приведены в табл. 4. Указанные здесь вели-

Таблица 3а

Сравнение числа циклов N при заданном напряжении σ_w

Напряжение изгиба $\pm\sigma_w$ кг/мм ²		42	38,5	35	31,5	26,5
Число циклов N до разрушения образцов	после дробеструйного наклепа	85 000	200 000	600 000	10 000 000	
	ненаклепанных	58 000	100 000	200 000	500 000	1 200 000
Увеличение числа циклов до разрушения у наклепанных образцов, %		46	100	200	Бесконечно больше	

Таблица 3б

Сравнение напряжений σ_w при заданном числе циклов N

Число циклов N при разрушении образцов		50 000	100 000	500 000	1 000 000	5 000 000	10 000 000
Максимальное напряжение изгиба $\pm\sigma_w$ кг/мм ² для образцов	после дробеструйного наклепа	44,45	41,3	35,7	33,95	32,9	32,9
	ненаклепанных	43,4	38,5	31,5	28,7	25,9	25,9
Увеличение напряжений при изгибе σ_w у наклепанных образцов, %		2,3	6,9	13,0	18,8	27,0	27,0

чины предела усталости при $N = 10$ млн. циклов можно рассматривать как пределы усталости при бесконечно большом числе циклов.

Из табл. 4 видно эффективное влияние дробеструйного наклепа на различные стали и на повышение предела усталости, которое больше даже, чем у полированных ненаклепанных образцов (до 27% максимум). Это — очень важное обстоятельство, так как оно позволяет в отдельных случаях заменять дорогостоящую и трудоемкую операцию полировки дешевой и скоростной дробеструйной обработкой, повышающей в большей мере усталостную прочность. Предел усталости наклепанных образцов зависит также от размера дробин; например, для стали 1045 средняя дробь ($NP-33$) дала лучшие результаты, чем более крупная ($NP-55$) и более мелкая ($NP-19$).

Таким образом повышение предела усталости наклепанных образцов зависит в значительной степени от размера дробин.

Основным при дробеструйном наклепе является его интенсивность, зависящая от материала, из которого изготовлена дробь, от ее размеров, скорости и направления струи дробин и от продолжительности выдержки детали под ее действием.

В настоящее время еще не существует расчетных данных для выбора этих факторов с целью получения наилучших результатов дробеструйного наклепа, и требуемая интенсивность наклепа устанавливается опытным путем.

Во избежание чрезмерного разрушения дробин при дробеструйной обработке материала, из которого она изготавливается, должен обеспечивать ее высокую твердость

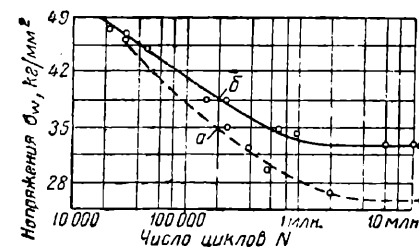


Рис. 3. Усталостная прочность образцов стали 50.

а — наклепанных; б — ненаклепанных

Влияние дробеструйного наклепа на предел усталости различных сталей

О б р а з ц ы	Характеристика переменной нагрузки	Предел усталости при $N = 10$ млн. циклов, кг/мм ²		Повышение пре- дела усталости у наклепанных образцов, %	Поверхность наклепанных образцов
		ненакле- панные	после дро- беструйно- го наклепа		
Пружинная проволока с 0,85% С [2]	Кручение от 14 кг/мм ² до максимума	66,5	94,5	42	Неполи- рованная
Рояльная проволока SAE 1095 [2]	То же	63,0	94,5	50	
Проволока из нержавеющей ста- ли 18-8 [2]	"	45,5	77,0	69	То же
Проволока из нержавеющей ста- ли 13,2 [2]	"	56,0	84,0	50	"
Проволока из фосфористой брон- зы SAE 81 [2]	"	24,5	35,0	43	"
Нержавеющая сталь 18-8 [3] . .	Кручение от 0 до максимума	32,2	64,4	100	"
Цементованная сталь NE 9470 [1]	Знакопере- менный изгиб	70,0	106,4	52	"
Цементованная сталь SAE 4032 [1]	То же	70,0	105,0	50	"
Цементованная сталь NE 9420 [1]	"	70,0	107,1	53	"
Пластика из стали 1020 [4] . .	"	23,8	26,6	12	Полиро- ванная
Пластика из стали 1050 [4] . .	"	23,1	32,9	27	
Отожженная сталь 1045 [4] . . .	"	27,65	30,66	11	То же
Закаленная в масле и отпушен- ная сталь SAE 4340 [4]	"	46,2	54,6	18	"
Армко-железо [4]	"	18,76	18,9	1	"
Нормализованная и отпушенная сталь 1045 [5]	"	21,7	22,4 *1	3	"
То же	"	21,7	23,8 *2	10	"
"	"	21,7	25,9 *3	19	"

*1 Дробь NP-19; *2 дробь NP-55; *3 дробь NP-33.

и достаточную прочность. При этом желательно, чтобы твердость дробы была равна или несколько превосходила твердость обрабатываемой детали.

Размер дробы должен подбираться в каждом конкретном случае. Так, для дробеструйной обработки канавок, пазов, впадин и других подобных поверхностей радиус дробы должен быть меньше наименьшего радиуса канавки. Чем больше требуемая толщина наклепываемого слоя, тем большего диаметра дробь следует применять. Следовательно, очень тонкие детали необходимо обрабатывать дробью самых мелких размеров.

При выборе размера дробы необходимо учитывать его влияние на внешний вид детали после дробеструйной обработки: мелкая дробь дает чистую матовую поверхность, крупная же — шероховатую поверхность. Следовательно, для обработки деталей, размеры которых должны быть выдержаны в пределах очень точных допусков, нельзя применять крупную дробь.

В США для дробеструйного наклепа применяется дробь следующих семи размеров (рис. 4).

Размер NP. . .	66	55	46	33	23	19	16
Диаметр, мм . .	1,7	1,4	1,2	0,8	0,6	0,5	0,4

Хорошие результаты дает круглая дробь однородного размера. Расколота дробь и пыль уменьшают интенсивность наклепа, вызывают истирание обрабатываемой поверхности, наносят царапины и загрязняют ее.

Скорость струи дробы, необходимая для получения заданной интенсивности наклепа, выбирается в зависимости от размеров и твердости дробы, определяющих силу удара, которая изменяется с ее массой. При изменении массы (размеров) дробы для получения той же интенсивности наклепа следует изменить скорость дробы (или количество дробы, подаваемое в единицу времени).

Направление струи дроби должно быть таким, чтобы обрабатываемая поверхность равномерно покрывалась ею в количестве, которое обеспечило бы требуемую интенсивность наклепа.

Выдержка деталей под струей дроби сверх необходимого времени превышает интенсивность наклепа сверх требуемой величины, устанавливаемой опытным путем. Это является совершенно ненужным, а в отдельных случаях даже вредным, так как вызывает износ (истирание) детали, изменяет ее размеры и форму и уменьшает прочность.

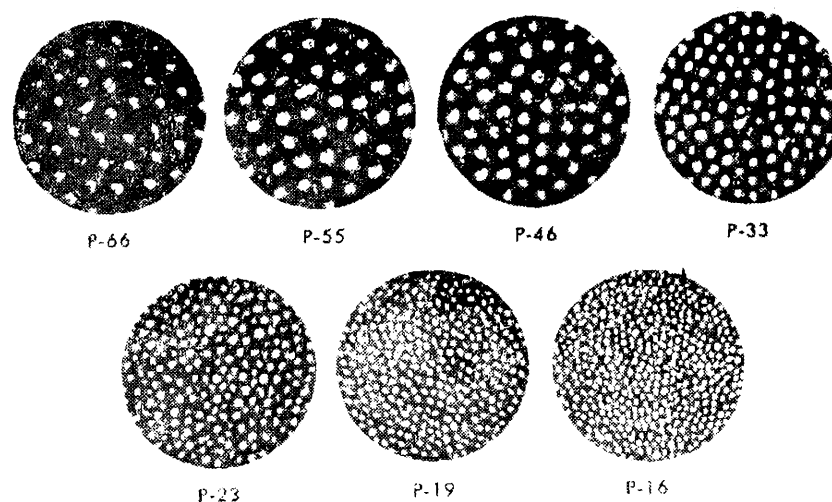


Рис. 4. Дробь для наклепа. $\times 2$

На рис. 5 показано влияние продолжительности выдержки под струей дроби на интенсивность наклепа и, следовательно, на усталостную прочность стали 1095, при минимальном напряжении в цикле 14 кг/мм^2 на базе 10 млн. циклов. Как видно, оптимальной в данном случае является дробеструйная обработка в течение 6—7 мин.; более продолжительная обработка незначительно повышает усталостную прочность, но может привести и к порче обрабатываемой поверхности.

Чрезмерная интенсивность наклепа, вероятно, вызывает появление трещин в наклепанном слое металла или под ним, что, конечно, понижает усталостную прочность деталей.

Для контроля интенсивности и равномерности дробеструйного наклепа в США применяют прибор и пластинки Алмена. Пластинки из стали с твердостью 44—50 H_{RC} изготавливаются двух типов шириной 19,02 мм, длиной 76,2 мм: для малой интенсивности наклепа толщиной 1,3 мм и для большой интенсивности его толщиной 2,4 мм. Пластинку закрепляют на подставке и подвергают дробеструйной обработке вместе с деталями. Снятая с подставки пластинка искривляется с выпуклостью в сторону наклепа. Эту кривизну вызывают напряжения из-за наклепа, и ее величина характеризует его интенсивность (или величину напряжений сжатия).

Сопоставление данных испытаний на усталость деталей и интенсивности наклепа по пластинкам Алмена, после их совместной дробеструйной обработки, позволяет контролировать процесс и устанавливать его режим, дающий наилучшие результаты. Выбранная для детали интенсивность наклепа проверяется в производственных условиях по контрольной пластинке Алмена через 1—2 часа работы дробеструйной установки.

Дробь можно подавать сжатым воздухом или сбрасывая ее с лопастей турбины, действующей от электромотора. Предпочтителен второй метод, так как при этом: а) получается более равномерное покрытие обрабатываемой поверхности дробью, б) можно подавать большее количество дробы в единицу времени, в) можно увеличивать скорость струи дробы до больших пределов, г) отпадает необходимость в дорогостоящем воздушном компрессоре и во вспомогательном оборудовании,

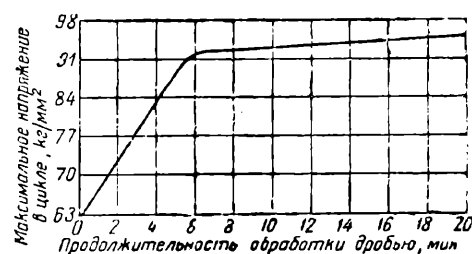


Рис. 5. Зависимость предела усталости от продолжительности выдержки под струей дробы

д) понижается суммарная мощность, необходимая для проведения дробеструйной обработки, и е) уменьшается стоимость изготовления дробеструйной установки не менее, чем на 25%.

Агрегат для дробеструйной обработки включает: турбинку и приспособление для непрерывного питания ее дробью; устройство, удаляющее из системы разбитую дробь и пыль; механизм для добавления свежей дроби в систему; установку, которая передвигает и вращает обрабатываемые детали.

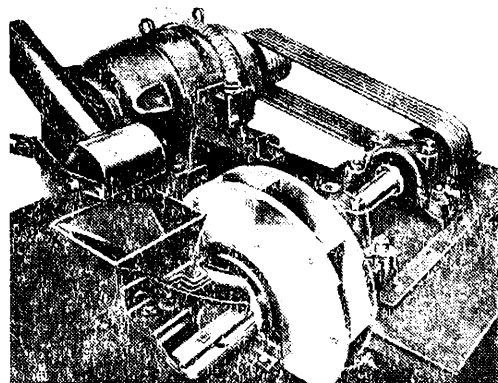


Рис. 6. Турбинка с бункером и электромотором

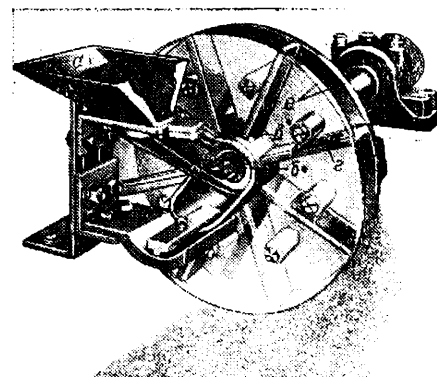


Рис. 7. Разрез турбинки

Турбинка представляет собою колесо с лопастями, вращающееся от мотора с большим числом оборотов (рис. 6) и выбрасывающее с большой скоростью дробь в определенном направлении. На рис. 7 показано в разрезе устройство турбинки; дробь из бункера *a* по трубе подается к центру колеса, состоящего из двух дисков *e* с лопастями; в центре колеса помещены вращающиеся вместе с ним маленькие лопатки *б*, подводящие дробь к отверстиям в обойме *в*; через эти отверстия дробь поступает на поверхность лопастей *г* колеса; здесь она движется при постепенном ускорении колеса к периферии и выбрасывается на обрабатываемые детали. Направление струи дроби регулируется при помощи обоймы, перемещение которой изменяет положение отверстия *в*.

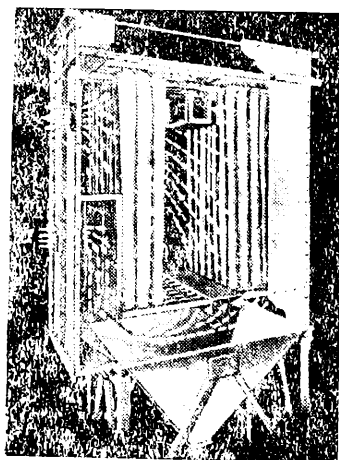


Рис. 8. Коллектор для очистки дроби от металлической пыли (в разрезе)

Диаметр колеса турбинки колеблется от 200 до 500 мм, ширина — от 45 до 130 мм в зависимости от требуемой производительности и интенсивности наклепа.

Разбитую дробь удаляют из системы при помощи специального сепаратора, имеющего вентилятор. Воздух из вентилятора проходит через струю дроби с такой скоростью, что он подхватывает все расколотые частицы дроби, вес которых меньше веса круглой дроби того же размера. Частицы эти затем оседают из воздушного потока в специальной камере, а дробь нормальных размеров попадает в бункер для использования.

Чтобы удалить из системы металлическую пыль, применяют специальный коллектор, разрез которого приведен на рис. 8. Стрелками показано направление струи воздуха.

Воздух вместе с пылью поступает через отверстие *a* в коллектор; теряя скорость при ударах о перегородки, тяжелые частицы металлической пыли падают в нижний бункер. Оставшиеся в потоке воздуха мелкие частицы пыли оседают в трубах и на перегородках. Через определенные промежутки времени вентилятор выключается, трубы механически встряхиваются, и скопившаяся в них пыль падает вниз.

Имеется два типа установок для передвижения обрабатываемых деталей: вращающиеся столы большого диаметра, обычно применяемые для очистки деталей, и специализированные устройства для вращения и передвижения деталей (рис. 9—12), конструкция которых обеспечивает требуемые условия обработки данных деталей (определенную интенсивность наклепа, направление струи дроби на места детали, подлежащие наклепу; производительность установки и т. п.). На рис. 9 приведена схема установки, где производится наклеп только переходной части детали от втул-

ки к фланцу; деталь расположена на вращающемся обрезиненном диске таким образом, что вертикальная ось ее втулки и ось вращения диска совпадают; деталь вращается вокруг вертикальной оси. Эта установка имеет малую производительность; для ее увеличения применяют установки, изображенные на рис. 10. Здесь каждая деталь вращается на обрезиненном диске вокруг вертикальной оси; диски, расположенные на замкнутом конвейере, передвигаются в горизонтальном направлении.

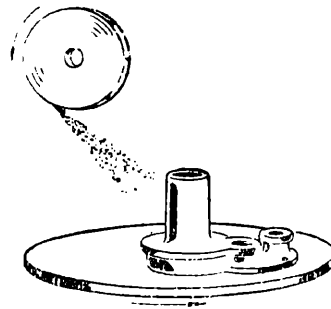


Рис. 9. Схема установки для дробеструйной обработки автомобильной ступицы дифференциала

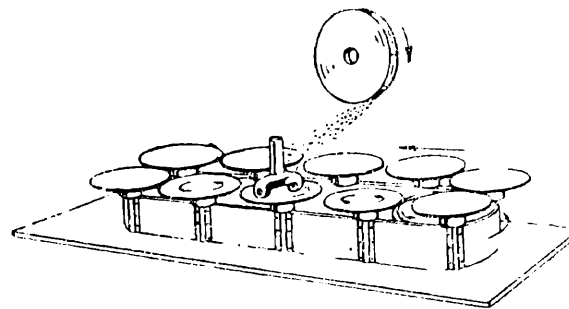


Рис. 10. Схема установки для дробеструйной обработки автомобильного поворотного кулака

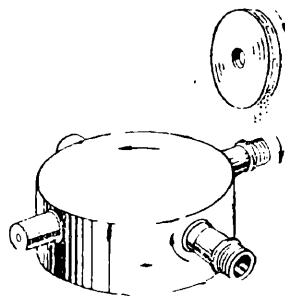


Рис. 11. Схема установки для дробеструйной обработки гильз цилиндра

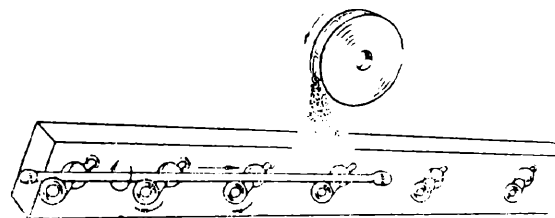


Рис. 12. Схема установки для дробеструйной обработки торсионных валов

Видоизменением этой схемы является установка, где на вращающемся столе расположены вращающиеся вокруг вертикальной оси обрезиненные диски с деталями.

Для обработки части цилиндрической поверхности деталей (гильзы цилиндра) применяют установку, схема которой представлена на рис. 11. Детали помещаются здесь на горизонтальных обрезиненных шпинделях, расположенных на вращающейся вокруг вертикальной оси головке; шпиндели с деталями вращаются вокруг горизонтальной оси. При вращении головки гильзы подаются под струю дробли.

Дробеструйную обработку длинных стержневых деталей производят на установках типа, показанного на рис. 12. Деталь вращается вокруг своей оси и передвигается под струей дробли при помощи вращающихся вогнутых обрезиненных роликов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Fischbeck H., Schmitt P., „Materials and methods“, 1945, X, № 4.
2. Horger O., „Iron Age“, 1945, 29/III, 5/IV.
3. Zimmerli F., „Machine Design“, 1940, XI.
4. Lessels and Murray, „Proceeding ASTM“, 1941, vol. 41.
5. Frye J., „ASTM Symposium on shot peening“, 1944, X.
6. Valentine K., „Metal Progress“, 1944, IX.
7. Moore H., „Shot peening and the fatigue of metals“, 1944, Print. in USA.
8. Almen J., „Trans. SAE“, 1943, vol. 51, № 7.
9. Almen J., „SAE Journal“, 1943, vol. 51, № 5; 1944, vol. 51, № 7; „Iron Age“, 1943, 10/VI; „Machinist“, London, 1943, vol. 87, № 26.
10. Регирер З. Л., Труды ЦНИИ НКТП № 2 — 3 (№ 23 — 24), 1945.
11. Болховитинов Н. Ф., „Вестник машиностроения“ № 3, 1947.
12. Саверин М. М., „Вестник машиностроения“ № 7, 1947.

Износ режущего инструмента¹

Д-р техн. наук, проф. А. М. РОЗЕНБЕРГ

При снятии стружки наблюдается износ на режущих гранях инструмента, приводящий к затуплению и к необходимости переточки инструмента. Износ наблюдается на передней грани как результат воздействия на нее сбегавшей стружки и на задних гранях в результате взаимодействия их с поверхностями, с которых снимается стружка.

Расположение и характер износа режущего инструмента зависят от многих условий: от свойств обрабатываемого материала, скорости резания, толщины стружки, величины переднего угла, наличия или отсутствия охлаждения, непрерывности или прерывистости резания и т. д. В каждом частном случае износ может быть либо на одной из граней (передней или задней), либо на обеих одновременно.

При обработке хрупких металлов стружка не представляет собой сколько-нибудь прочно оформленного тела, в момент своего образования разделяется на мелкие частицы и воздействует лишь на режущую кромку и на прилегающие к ней участки передней и задней граней. Износ быстрорежущего инструмента при этом выражается в истирании задних граней и образовании на них фаски износа, ширина которой постепенно увеличивается. Параллельно с этим наблюдается износ самой режущей кромки. При обработке хрупких металлов инструментом с пластинками сверхтвердых сплавов, кроме этого, происходит износ передней грани в непосредственной близости к режущей кромке.

При обработке пластичных (вязких) металлов стружка сходит с лезвия инструмента в виде более или менее прочной ленты. Перемещаясь по передней грани, она может изнашивать переднюю грань инструмента, образуя на ней лунку параллельную главной режущей кромке. При обработке пластичных металлов износ инструмента обычно идет и по передней и по задней граням, но с различной степенью интенсивности. Поэтому иногда он будет замечен на обеих гранях, а иногда — на одной из них. В последнем случае на другой стороне он обнаружится, и притом в слабой степени, лишь незадолго до момента окончательного затупления инструмента.

На рис. 1 приведена схема расположения износа инструмента из быстрорежущей стали при различных условиях резания. Для упрощения схемы в ней не отражено влияние переднего угла и перерывов в процессе резания на расположение износа. Увеличение переднего угла будет уменьшать интенсивность износа по передней грани и увеличивать его на задней грани. Прерывистость процесса резания будет оказывать такое же влияние.

Для инструмента с пластинками сверхтвердого сплава приведенная схема несколько изменится.

Под очень низкой скоростью резания в схеме понимается скорость, при которой нагрева инструмента в процессе резания не заметно и на

¹ Печатается в порядке обсуждения. *Ред.*

его передней грани совершенно отсутствует нарост. Последний может появиться в пределах низкой скорости резания и затем снова исчезнуть в пределах высокой скорости. Очень высокой названа скорость, при которой на передней грани так же, как и при очень низкой скорости, совершенно отсутствует нарост.

При обработке вязкого металла наблюдается большое разнообразие в расположении износа. При очень низких скоростях износ, независимо от всех других факторов резания, будет только на задней грани, при очень высоких, наоборот, только на передней. При промежу-

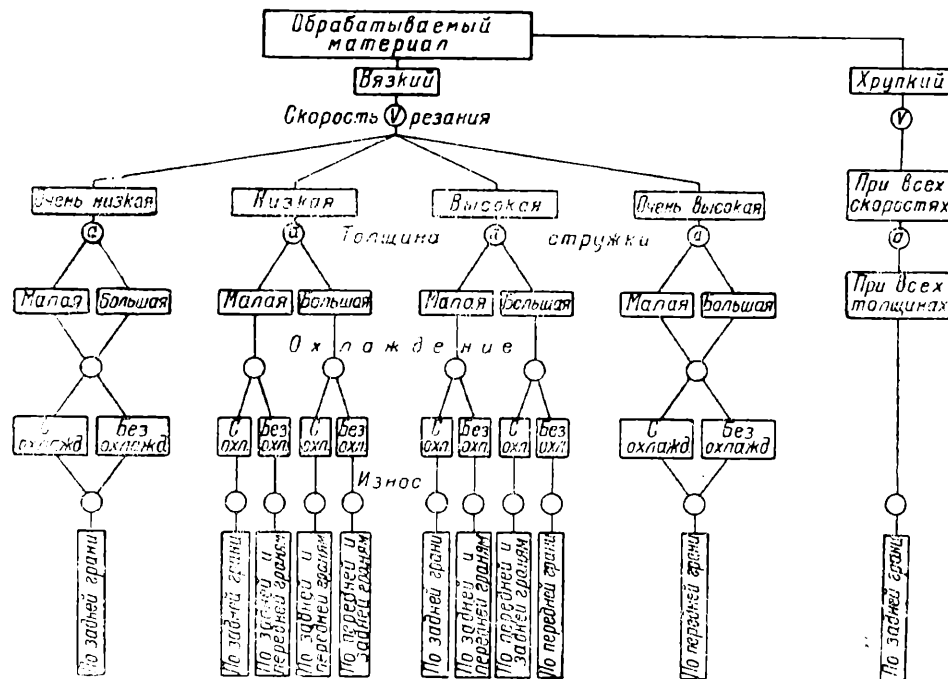


Рис. 1. Износ инструмента из быстрорежущей стали

точных скоростях расположение износа зависит от толщины стружки, охлаждения и т. д. и может быть сосредоточен на одной из граней. Так, если в схеме указано, что при низкой скорости резания и большой толщине стружки при работе с охлаждением износ «по задней и передней граням», то это следует понимать, что превалирует износ по задней грани.

В технической литературе мы находим лишь очень немного попыток дать физическое обоснование расположения износа на режущем инструменте. Наиболее полно этот вопрос разбирает проф. Беспрозванный, но и его объяснения нам кажутся неудовлетворительными, так как они противоречат наблюдаемым фактам. Проф. Беспрозванный считает [1], что на износ в основном влияет интенсивность притекания тепла к режущей кромке, зависящая от расположения мест наиболее значительного образования тепла. Имеется три участка образования тепла (рис. 2). Наибольшее количество его, по мнению проф. Беспрозванного, выделяется на участке I, там, где образуется опережающая трещина. Это тепло идет частью в изделие, частью через стружку в инструмент. Чем меньше l_1 (расстояние от места выделения тепла до режущей кромки), тем больше тепла притекает к режущей кромке. На участке II выделяется тепло трения стружки по передней грани резца, и чем меньше расстояние l_2 , тем больше тепла от участка II притекает

к режущей кромке. На участке *III* выделяется тепло трения задней грани о поверхность резания. Проф. Беспрозванный пишет:

Таким образом количество тепла, направляющееся к режущей кромке, в основном зависит от величин l_1 и l_2 ; чем меньше будут эти величины, тем больше будет изнашиваться задняя грань, и наоборот, чем больше будут эти расстояния, тем больше будет износ на передней грани.

Расстояния l_1 и l_2 зависят: от режимов резания (скорости и подачи); от величины переднего угла; от качества обрабатываемого материала; от условий обработки (с охлаждением или без него).

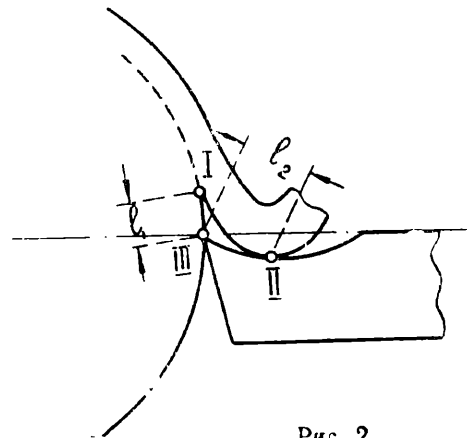


Рис. 2

Чем больше скорость и чем меньше подача, тем меньше расстояния l_1 и l_2 ; эти расстояния уменьшаются также с увеличением переднего угла; качество обрабатываемого металла влияет в зависимости от скорости резания. Охлаждение при резании также способствует уменьшению расстояний l_1 и l_2 .

Приведенные здесь положения во многих случаях не подтверждаются экспериментом. Если с повышением скорости резания уменьшаются l_1 и l_2 , то износ должен переходить с передней грани на заднюю. В действительности же при очень низких скоростях износ на-

блюдается только на задней грани, а при увеличении скорости резания он перемещается на переднюю грань. Известно, что развертки, протяжки изнашиваются с задней грани. Экспериментом можно показать, что и резцы, работая с очень низкими скоростями по сталям, изнашиваются по задним граням независимо от толщины стружки. Важно лишь, чтобы комбинация «толщина стружки — скорость резания» была взята такой, при которой не обнаруживается заметного нагрева инструмента в процессе резания.

Вместе с тем при очень высоких скоростях износ локализуется только на передней грани, независимо от толщины стружки. На это указывает д-р техн. наук Ларин, который установил, что на торцевых фрезах, т. е. даже при прерывистом процессе резания, при скоростях резания выше 150 м/мин основной износ наблюдается на передней грани [2].

Таким образом влияние скорости резания на расстояния l_1 и l_2 не может объяснить изменения характера износа с изменением скорости резания. Кроме этого, отрезку l_1 , по нашему мнению, вообще нельзя придавать существенного значения, так как в большинстве случаев опережающая трещина имеет чрезвычайно малую длину, а часто совсем не обнаруживается. Нельзя также согласиться с тем, что наибольшее количество тепла выделяется на участке *I*. Опыты Шверда [3] и Крамера [4] показали, что наибольший нагрев приходится на участок *II*, т. е. на место контакта стружки с передней гранью резца.

В другой работе [5] проф. Беспрозванный указывает, что износ по задней грани будет тем интенсивнее, чем больше деформация металла за линией среза, и что основным фактором, влияющим на износ задней грани, является деформация за линией среза [1].

Это прямо противоположно первому утверждению относительно влияния l_1 , так как известно, что деформация за линией среза в общем случае уменьшается с увеличением скорости резания. Однако

и это не может нас полностью удовлетворить, — деформация поверхности резания при очень низких скоростях, когда получается очень чистый срез, несомненно меньше, чем при тех скоростях, когда имеется нарост на резце и получается рваная поверхность резания. Наблюдения же показывают, что в первом случае резец изнашивается по задней грани, во втором по передней. Вместе с тем увеличение толщины стружки повышает деформацию за линией среза, но износ при этом переходит с задней грани (при тонких стружках) на переднюю (при толстых стружках).

Кроме проф. Беспрозванного, ряд положений, объясняющих износ режущего инструмента, высказывают инж. Клушин и проф. Даниелян [6]. Однако эти положения не вносят полной ясности в вопрос о влиянии факторов резания на расположение износа.

По нашему мнению, общей ошибкой является полное игнорирование роли нароста. При очень низких скоростях резания нароста нет. При некоторой скорости он появляется, но имеет очень небольшую величину и сравнительно плохо защищает от воздействия стружки лишь переднюю грань инструмента. Далее с повышением скорости резания нарост увеличивается, и его вершина выдается за лезвие резца. При этом процесс резания полностью осуществляется наростом, а режущая кромка резца и задняя грань его не соприкасаются с поверхностью резания. Такое состояние нароста защищает уже и заднюю грань (рис. 3).

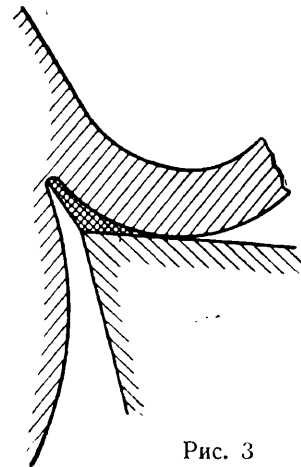


Рис. 3

Специальные наблюдения, проведенные в лаборатории резания металлов Томского Политехнического института доц. А. Н. Ереминым, показали, что имеются именно две таких фазы состояния нароста: «неактивная» и «активная». В «неактивной» фазе, при меньших скоростях, нарост защищает только переднюю грань, в «активной», при более высоких скоростях, он защищает и переднюю и заднюю грани. Величина и «активность» нароста зависят не только от скорости резания, но и от толщины стружки, переднего угла, твердости и пластичности обрабатываемого металла, наличия или отсутствия охлаждения и смазки. «Активность» нароста повышается с увеличением толщины стружки, с уменьшением переднего угла, с повышением пластичности обрабатываемого металла. Нарост появляется и продолжает оставаться в некоторых пределах скоростей резания, абсолютные величины которых тем выше, чем тоньше стружка, чем мягче обрабатываемый металл и чем больше передний угол. При переднем угле в 45° нарост при обработке сталей не появляется совсем. Во всех своих стадиях нарост не удерживается на инструменте длительное время, а уносится стружкой и сразу же заменяется новым. Такая смена происходит десятки раз в секунду. Однако отрезки времени, в течение которых он имеется на инструменте, значительно более продолжительны, чем те, когда он отсутствует. Чем «активнее» нарост, тем относительно более длительное время он защищает режущую кромку, и наоборот. С повышением скорости резания можно дойти до такого ее значения, при котором нарост исчезнет совсем. При приближении к такой скорости величина нароста уменьшается, а смена его все более учащается, отчего защитная роль нароста постепенно снижается. Все эти явления неразрывно связаны, по нашему мнению, с процессом износа инструмента.

Следует обратить внимание еще на трение при резании и на зависимость коэффициента трения от скорости и температуры, так как ра-

бота износа режущего инструмента — это работа трения его о стружку и поверхность резания.

Проф. Беспрозванный считает, что «скорость резания оказывает весьма сильное влияние на коэффициент трения: увеличение скорости понижает коэффициент трения» [5]. С этим можно было бы согласиться, если бы при повышении скорости резания температура оставалась постоянной. Между тем, как показывают наблюдения, при повышении скорости резания температура контактного слоя стружки и резца быстро возрастает. С увеличением же температуры коэффициент трения согласно ряду исследований повышается [7]. Поэтому можно предполагать, что при резании вместе с его скоростью будет возрастать и коэффициент трения. Поставленные нами эксперименты подтвердили, что это действительно так (рис. 4), показано влияние скорости резания на коэффициент трения μ . Коэффициент трения с повышением скорости резания

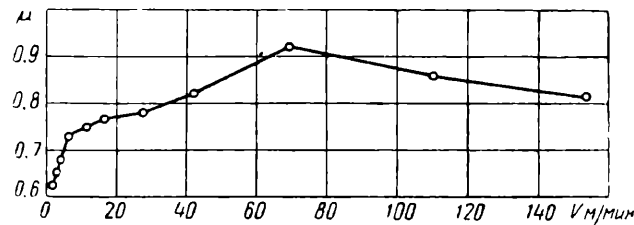


Рис. 4. Сталь твердостью 150 НВ.

Резец победит $\gamma = 15^\circ$, $a = 0,33$ мм. Свободное резание

сначала быстро и значительно возрастает, достигает максимума, затем медленно понижается. Это вызывается, по нашему мнению, повышением температуры с увеличением скорости резания.

В свете всего сказанного мы обосновываем расположение износа на гранях инструмента следующим образом.

При обработке вязкого металла с очень низкой скоростью резания при любой толщине стружки отсутствует нарост, работу резания производит режущая кромка инструмента, а передняя и задняя грани непосредственно соприкасаются со стружкой и с поверхностью резания. Температура резания низка, инструмент нагревается незначительно; он изнашивается чисто механически, без влияния нагрева.

Задняя грань на участке очень узкой полоски около режущей кромки находится под воздействием поверхности резания, довольно значительно наклепанной, идущей впереди резца, волной пластической деформации. На переднюю грань воздействует стекающая стружка. Сила на задней грани (нормальная к задней грани) обычно меньше силы нормальной к передней грани, особенно для острого лезвия и толстых стружек. По всей вероятности удельная сила на задней грани значительно больше, чем на передней, так как стружка на последней имеет с ней сравнительно большую поверхность соприкосновения, на задней же грани эта поверхность очень мала². Коэффициент трения имеет одинаковое значение, так как одинакова и температура на обеих гранях. Скорость трения на задней грани значительно выше, чем на передней ввиду усадки стружки. Все это приводит при очень низких скоростях к износу задней грани без заметного износа передней при любых толщинах стружки. При охлаждении процесс износа принципиально не изменяется.

Нарост, появляющийся в области низких скоростей (рис. 1), сначала будет иметь «неактивную» форму и плохо защищать заднюю грань (тем хуже, чем тоньше стружка). Поэтому при тонких стружках износ в основном будет протекать по задней грани. Однако он появится уже и на передней грани, так как с возрастанием скорости резания коэффи-

² Некоторые авторы пренебрегают в своих теоретических исследованиях силами на задней грани (Мерчант, Криштоф, проф. Кузнецов), что, по нашему мнению, недопустимо.

циент трения повысится и работа трения возрастет. Относительно повысится и скорость трения на передней грани, так как усадка стружки уменьшится. Следовательно, задняя грань окажется в относительно лучших условиях, а передняя—в худших, чем при очень низких скоростях.

При толстых стружках в этой же области скоростей нарост будет лучше защищать заднюю грань, и основной износ придется уже на переднюю грань за наростом. Если в этом случае применить охлаждение, то температура резания и коэффициент трения снизятся, и нарост исчезнет, или его защитная роль уменьшится и тем самым увеличится износ задней грани.

При переходе в область высоких скоростей нарост, приобретающий «активную» форму, хорошо защищает заднюю грань от износа; при толстых стружках без охлаждения будет изнашиваться лишь передняя грань. При тонких стружках износ будет и на задней грани, так как нарост в этом случае будет хуже защищать ее от износа, чем при толстых стружках.

Необходимо заметить, что и при износе только по передней грани в последние моменты работы инструмента все же будет изнашиваться задняя грань. Это объясняется следующим. Износ по передней грани происходит ввиду защиты наростом задней грани. Износ передней грани проявляется в образовании лунки за наростом, в месте сбегания стружки с нароста на переднюю грань. С течением времени лунка уширяется, приближается к режущей кромке и уменьшает величину нароста. Когда лунка приблизится к режущей кромке, нарост станет очень малым и не будет защищать заднюю грань, которая и начнет изнашиваться. В лунке нарост образовываться не будет, так как передний угол в лунке достигает величин, при которых нарост не образуется. Изменение переднего угла с развитием лунки хорошо иллюстрируется данными работы Поленова, Давыдова и Мартиросова [8].

Следовательно, износ задней грани начнется незадолго до момента затупления инструмента и не успеет развиваться до значительной величины.

В области высоких скоростей (при приближении к очень высоким скоростям) нарост исчезает, и при толстой стружке наблюдается износ по передней грани, при тонкой — по задней. Объяснить это можно таким образом. нароста здесь нет, нет и опережающей трещины; и передняя, и задняя грани находятся под воздействием стружки и поверхности резания так же, как и при очень низких скоростях. Однако на передней грани в этом случае температура резания значительно выше, чем на задней грани, а поэтому и намного больше коэффициент трения. Высокая температура вместе с повышенным коэффициентом трения ускоряют износ передней грани. При тонких стружках разница в температурах на передней и задней гранях будет не столь велика, так как центр давления стружки на переднюю грань будет расположен ближе к лезвию, чем при толстых стружках. Кроме того, удельное давление на передней грани при тонкой стружке меньше, чем при толстой, о чем можно заключить при ширине лунки в том и другом случаях.

В области очень высоких скоростей и при тонкой стружке износ в основном идет по передней грани, так как здесь, в результате очень высоких скоростей резания, температура становится значительно выше температуры на задней грани. Последняя температура с повышением скорости резания должна подниматься медленнее, чем температура на передней грани. Таким образом и здесь на переднюю грань воздействуют высокие коэффициент трения и температура.

При прерывистом резании, если прерывы следуют достаточно часто, влияние их будет сказываться в снижении температуры резания, в уменьшении активности нароста. Таким образом, это влияние должно проявляться в увеличении удельного веса, износа задней грани. Осо-

бенно сильно это сказывается при фрезеровании, где для каждой режущей кромки время перерыва значительно длильнее времени резания. При работе цилиндрических фрез износ в основном происходит по задней грани. Это является результатом влияния не только перерывов, но и скольжения режущей кромки по обработанной поверхности при входе зуба под стружку, что вызывает дополнительно существенный износ задней грани. При работе торцевых фрез такого скольжения обычно не наблюдается, так как вход зуба под стружку происходит не при нулевой толщине стружки. Фреза этого типа при тонких стружках ($S_z < 0,12$ мм) изнашивается по задней грани, при толстых ($S_z \geq 0,12$ мм) — и по задней и по передней. При очень высоких скоростях торцевые фрезы изнашиваются независимо от толщины стружки по передним граням, так как здесь охлаждающее влияние перерывов становится незаметным.

При обработке хрупкого металла быстрорежущим инструментом износ наблюдается по задней грани. Это вполне естественно, так как стружка не воздействует сколько-нибудь значительно на переднюю грань, нарост отсутствует и не защищает лезвия и задней грани. Кроме того, здесь обычно особенно сильно сказывается абразивное действие обрабатываемого металла на заднюю грань инструмента.

Для инструмента с пластинками сверхтвердого сплава изложенные соображения будут также иметь силу с некоторыми незначительными изменениями ввиду хрупкости сверхтвердых сплавов, проявляющейся в процессе износа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беспрозованный И. М., Износ и производительность режущего инструмента, „Вестник машиностроения“ № 1—2, 1944.
2. Ларин М. Н., Исследование торцевого фрезерования, Оборонгиз, Москва, 1940.
3. Schwerd, Ueber die Bestimmung des Temperaturfeldes beim Spanablauf, „VDI“, 1933, № 9.
4. „Maschinenbau“, 1939, 17—18.
5. Беспрозованный И. М., Физические основы учения о резании металлов, Оборонгиз, 1941.
6. Клущин М. И., Единый закон постоянной стойкости режущих инструментов
- Даниелян А. М., Износ инструмента и тепловые явления при резании металлов, Машгиз, 1946.
7. Кунин Н. Ф., Журнал технической физики, 1933, стр. 1099—1110.
- Губкин и Орлов, Экспериментальные вопросы пластической деформации металлов, ОНТИ, 1934, стр. 118.
8. Беспрозованный И. М., Физические основы учения о резании металлов, ж. НИИМАШ, 1934, 5/VII, стр. 123.

Обработка пластмасс на токарных станках

Канд. техн. наук С. В. ЕГОРОВ

Значительная часть деталей из пластмасс после прессования или литья обрабатывается резанием не только для удаления грата или литника, но и для выполнения ряда других операций. Большое количество пластмасс выпускается в виде плит (текстолит, акрилат и др.), которые при изготовлении из них деталей приходится обрабатывать резанием.

На протяжении 1946 г. Институт занимался исследованием обрабатываемости точением текстолита и фенопласта К-18-2.

Целью этих исследований являлось определение оптимальной геометрии резцов для обработки текстолита и фенопласта К-18-2 и установление режимов обработки. Физико-механические свойства этих пластиков приведены в таблице.

Для производства опытов из обоих опытных пластиков были изготовлены трубы, форма и размеры которых даны на рис. 1.

Для обработки на станке трубы насаживались на специальную оправку (рис. 2), которая обеспечивала плотность посадки образцов и их устойчивость при снятии стружки.

Характеристики	Текстолит	К-18-2
Удельный вес	1,37	1,367
Предел прочности на разрыв, кг/см ²	780	503
Удлинение при разрыве, %	2,69	0,632
Модуль упругости E , кг/см ²	81 040	79 375
Твердость по H_B , кг/см ²	28,96	39,7
Предел прочности на сжатие, кг/см ²	2930*1 1360*2	1541 —

*1 Перпендикулярно волокнам.

*2 Параллельно волокнам.

Исследования проводились на реконструированном токарно-винторезном станке завода Краузе, на станке Вулкан и на токарно-винторезном станке ДиП-200. Станок Краузе приводился от регулируемого мотора постоянного тока мощностью в 5 л. с., который позволил доводить числа оборотов шпинделя до 5000 в минуту. Станок Вулкан имел регулируемый мотор мощностью 6,5 л. с.

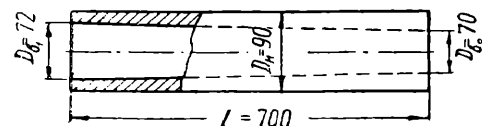


Рис. 1

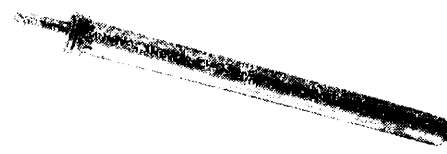


Рис. 2

Станок ДиП-200 с регулируемым мотором постоянного тока мощностью 5 л. с. был использован для исследования обрабатываемости фенопласта К-18-2.

Для опытов были взяты прямые правые проходные резцы сечением 16×25 мм с пластинками твердого сплава ВК8 и пластинками быстрорежущей стали РФ1. Последние затачивались на станке Мунтз-Монополь с ручной подачей, чашечным кругом $d = 250$ мм из электрокорунда СМ-2, на керамической связке зернистостью 70. При заточке применялось охлаждение эмульсией.

Последующая доводка резцов по передней и задней граням производилась на станке с чугунными дисками с применением доводочного порошка зернистостью 120, смешанного с машинным маслом.

Резцы с пластинками ВК8 затачивались кругом карборунд-экстра зернистостью 60 с последующей доводкой оселком.

В опытах по резанию текстолита оптимальная геометрия определялась только для резцов с пластинками РФ1. Испытания с резцами твердого сплава ВК8 ($\alpha = 8^\circ$; $\gamma = 10^\circ$) показали, что их износ при скоростях 600—700 м/мин при резании в течение более 90 мин. совершенно незначителен. Таким образом геометрия резца твердого сплава не имеет существенного влияния на его стойкость. Поэтому при определении оптимальной геометрии этих резцов следует руководствоваться главным образом получаемой степенью чистоты обработанной поверхности. Разрешение этого вопроса представляет собой первоочередную задачу.

Пластинки РФ1 при резании текстолита изнашиваются значительно интенсивнее пластинок твердого сплава, и их геометрия оказывает существенное влияние на чистоту обработанной поверхности и на стойкость резца.

При определении оптимальной геометрии этих резцов исследовались значения заднего (α) и переднего (γ) углов при постоянных значениях всех других элементов головки резца $\varphi = 45^\circ$; $\varphi_1 = 12^\circ$; $\lambda = 0^\circ$; $r = 1,5$ мм.

Оптимальные значения α и γ для текстолита были найдены путем обычных стойкостных испытаний; в качестве критерия затупления резцов был принят осевой износ резца $a = 0,15$ мм. Момент предельного износа при всех опытах с резцами РФ1 определялся с помощью контрольного резца, установленного в том же резцедержателе, что и основной, но отодвинутого назад по отношению к вершине основного резца на 0,15 мм. Благодаря этому при износе основного резца на 0,15 мм начинал снимать стружку контрольный резец. Проведенные испытания позволили построить зависимости $T = f(\alpha)$ и $T = f(\gamma)$ (рис. 3 и 4).

На рис. 5 показан быстрорежущий резец, изношенный при обработке текстолита. Характер износа и отсутствие цветов побежалости на резце позволяют предположить, что температура резца при этом невысока.

Зависимость $V = \frac{A}{T^m}$ найдена испытанием стойкости резцов. Критерий затупления при этом был взят тот же, что и при определении их оптимальной геометрии. На рис. 6 дан график зависимости износа задней грани резца от времени его работы, а на рис. 7 — результирующий график $V - T$. При $t = 1,0$ мм и $s = 0,22$ мм/об, уравнение принимает вид

$$V = \frac{1225}{T^{0,47}}.$$

Далее с применением метода Гаусса найдено уравнение общего вида зависимости скорости резания от t и s

$$V_{30} = \frac{245,5}{t^{0,64} s^{0,03}}.$$

Аналогично изучалась обрабатываемость фенольно-формальдегидной смолы поволачного типа К-18-2. Образцы материала имели форму труб, которые при обработке насаживались на описанную выше оправку.

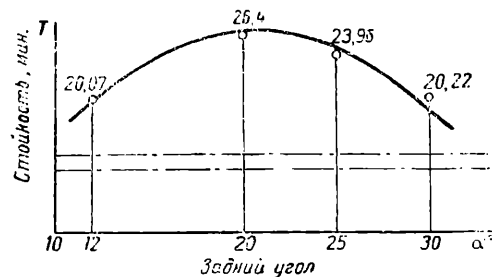


Рис. 3

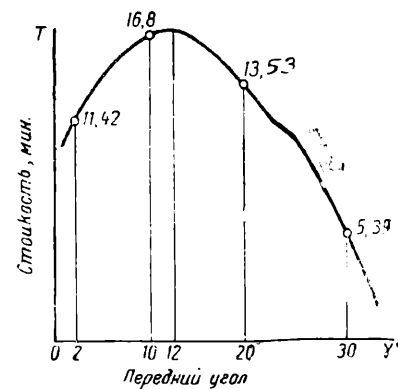


Рис. 4

Предварительными опытами было установлено, что при затуплении резца по задней грани $\mu > 0,25$ мм, чистота обработанной поверхности фенопласта К-18-2 резко ухудшается. Поверхность становится шероховатой с большим количеством язвин, которые появляются вследствие вырыва резцом частиц материала и по свое-

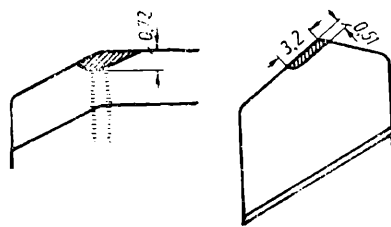


Рис. 5

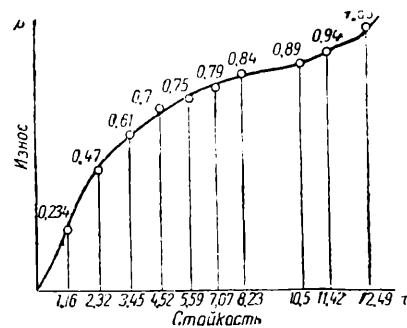


Рис. 6

му характеру напоминают усадочные раковины чугуновой отливки. По тому за критерий затупления резца при опытах по обрабатываемости К-18-2 принят износ его по задней грани $\mu = 0,25$ мм.

При обработке фенопласта К-18-2 резец изнашивается чрезвычайно сильно. Обработку К-18-2 следует производить лишь резцами с пластинками твердых сплавов ВК8. Однако и эти резцы требуют значительно более низких скоростей, чем резцы РФ1 при обработке текстолита.

Оптимальная геометрия резцов с пластинками ВК8 при обработке К-18-2 определена по интенсивности износа задней грани резцов. Были проведены две серии опытов. Результаты первой серии опытов приведены на рис. 8, второй — на рис. 9.

На рис. 10 приведен график износа резца по задней грани в зависимости от времени его работы, на рис. 11 дана схема износа резца ВК8 при обработке К-18-2.

Основные стойкостные испытания позволили построить результирующий график $V - T$ (рис. 12) и дать основное уравнение

$$V = \frac{A}{T^m}.$$

Для режима $t \times s = 1,0 \times 0,22$ это уравнение имеет вид

$$V = \frac{535}{T^{0,81}}.$$

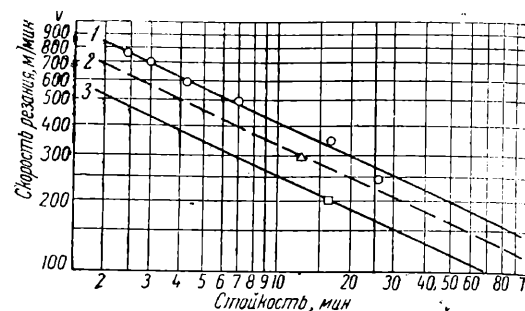


Рис. 7. Текстолит.

Резец РФ1; $\alpha = 20^\circ$; $\gamma = 12^\circ$. I — $t \times s = 1,0 \times 0,22$ мм/об;
II — $t \times s = 1,5 \times 0,3$; III — $t \times s = 2,0 \times 0,5$

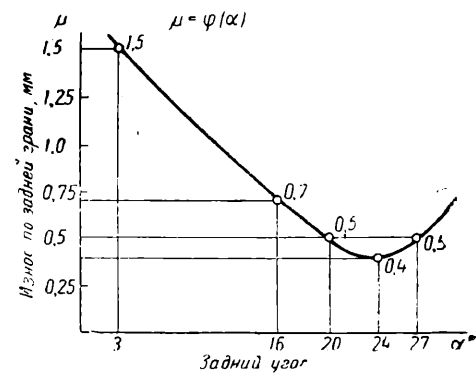


Рис. 8

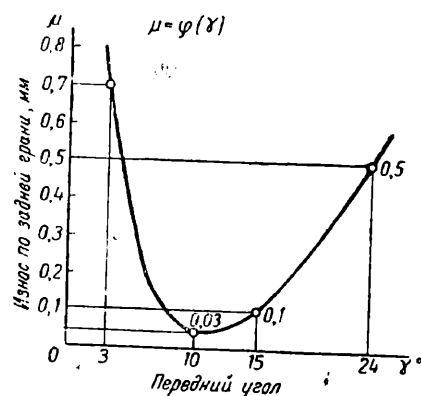


Рис. 9

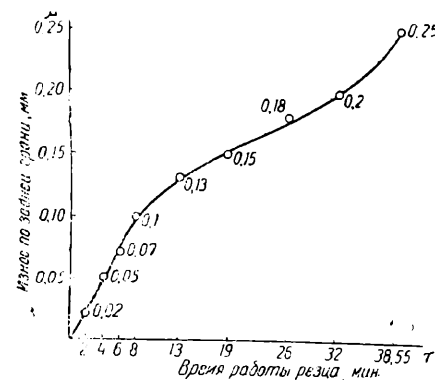


Рис. 10

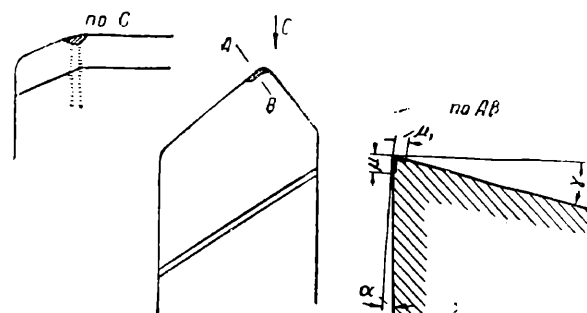


Рис. 11

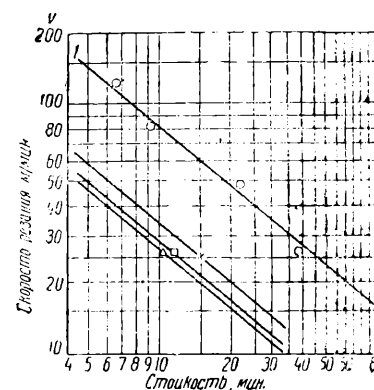


Рис. 12.

К-18-2—фенопласт с древесным наполнителем. Резец ВК8; $\alpha = 24^\circ$; $\gamma = 10^\circ$
I — $t \times s = 1,0 \times 0,22$

Методом Гаусса, аналогично тому как это было сделано для текстолита, найдено общее уравнение зависимости скорости резания от $t \times s$ для пластика К-18-2

$$V_{80} = \frac{30,3}{t^{0,8}s^{0,024}}.$$

Таким образом проведенные эксперименты показали, что текстолит наиболее целесообразно обрабатывать резцами с пластинками из твердого сплава ВК8 при скоростях резания до 700 м/мин (при $t \times s = 1,0 \times 0,22$). Возможно также обрабатывать текстолит резцами с пластинками быстрорежущей стали РФ1.

При назначении скоростей резания рекомендуется руководствоваться графиком $V - T$ (рис. 7) и приведенным выше уравнением V_{80} для текстолита.

Оптимальные значения углов резца: $\alpha = 20^\circ$, $\gamma = 12^\circ$.

Обработку пластика К-18-2 следует производить только резцами с пластинками твердых сплавов ВК8. Значения скоростей резания рекомендуется получать из графика $V - T$ для К-18-2 (рис. 12) и уравнения V_{80} (для К-18-2).

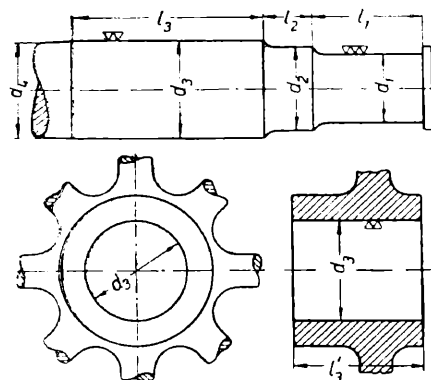
Оптимальные значения углов резца: $\alpha = 24^\circ$; $\gamma = 10^\circ$. При обработке резанием пластических масс в месте снятия стружки необходим мощный отсос образуемой пыли и стружки.

Качество поверхностей прессовых соединений осей

Д-р техн. наук, проф. Н. П. ЗОБНИН

В целях увеличения срока службы колесных пар и производительности при формировании их путем улучшения качества поверхности были проведены научные исследования.

Цель первого этапа этой работы заключалась в том, чтобы выявить фактическое состояние качества поверхности указанных деталей и наметить меры для улучшения чистовой обработки их, и в первую очередь — подступичных частей и ступиц для прессового соединения при существующем методе обработки — точении.



Были получены вагонные оси и ступицы (см. рисунок) с 23 заводов и колесных мастерских. Образцы были вырезаны из осей и колес таким образом, что полностью сохранялась поверхность подступичной части оси и ступица. Эти образцы давали возможность судить о методе и режиме обточки и расточки, применяемых на данном заводе или вагоноколесных мастерских. Техническая характеристика образцов, режимов резания и режущего инструмента составлялась на заводах по единой форме. Анализами было установлено, что металл образцов соответствует ГОСТ 74—40 на оси и техническим условиям на колесные центры.

Данные, относящиеся к 61 образцу, показали, что в существующих режимах глубина резания составляет $0,1 \div 2,5$ мм; подача — $0,16 \div 1,4$ мм/об; скорость резания — $6 \div 103$ м/мин; охлаждение применяется не всеми заводами и неодинаково, как по составу, так и по количеству подводимой охлаждающей жидкости. Геометрия и форма резцов — различны; главные углы заточки резцов: $\alpha = 3 \div 30^\circ$; $\gamma = 1 \div 45^\circ$; $\varphi = 15 \div 80^\circ$. Радиус закругления режущих кромок резца $r = 2 \div 50$ мм.

Все это указывает, что каждое предприятие имеет свои режимы, значительно отличающиеся от других. Иногда режимы неодинаковы даже на одном предприятии. Этим объясняется большое разнообразие действительных величин типичных максимальных высот неровностей, коэффициентов полноты, а также различные глубина и твердость наклепанного слоя поверхностей.

Анализ применяемых режимов резания приводит к выводу, что во многих случаях они не учитывают современных данных науки о резании металлов. Из экспериментальных исследований для осевой стали, например, известно, что наилучшая чистота поверхности получается при скорости резания приблизительно 100 м/мин¹,

¹ Бригада Отдела науки МГК ВКП(б) „Опыт внедрения новых режимов резания“, Трансжелдориздат, 1936.

чаще же применяются скорости от 17 до 50 м/мин, которые дают значительно худшую чистоту поверхности.

Геометрия употребляемых резцов также несовершенна и во многих случаях не отвечает современным научным данным и опыту передовых заводов (например, $\alpha = 30^\circ$, $\gamma = 45^\circ$ и $\gamma = 1^\circ$ и т. п.).

Все это говорит о необходимости внедрения типовых режимов резания, типовых форм резцов и их геометрии в практику всех заводов и колесных мастерских. Такие режимы явятся средством осуществления новых требований к чистоте поверхностей. Каждому заводу, каждой колесной мастерской должны быть даны эталоны чистоты поверхности подступичной части и ступицы, а также эталоны резцов с типовыми данными геометрии и режимами резания.

Для участия в процессе внедрения и контроля в проведении мероприятий можно и целесообразно привлечь заводских инспекторов-приемщиков, предварительно проинструктировав их наряду с технологами и конструкторами заводов.

Практически типовые режимы необходимо разработать в нескольких вариантах, учитывая особенности предприятий. Однако таких вариантов должно быть немного, так как оборудование для обработки осей и ступиц колесных центров за последнее время в основном типизировалось при пополнении и замене старого. При разработке типовых режимов резания и геометрии резцов можно принять следующий оптимальный вариант, основанный на современных данных² и учитывающий возможности заводов, колесных мастерских и ремонтных пунктов: скорость резания 85 м/мин и выше; глубина резания $0,25 \div 0,45$ мм; подача $0,15 \div 0,35$ мм/об; задний угол заточки резца $6 \div 8^\circ$; передний угол $20 \div 30^\circ$; передний угол фаски $0 \div 5^\circ$; главный угол в плане $30 \div 45^\circ$; вспомогательный угол в плане $10 \div 12^\circ$; радиус закругления вершины резца $1,5 \div 3$ мм; угол наклона главной режущей кромки 0° ; ширина фаски на режущем лезвии $0,1 \div 0,3$ мм.

Требования к качеству поверхности одинаковые, как для осей, так и для колес по старому ГОСТ на обработку обозначались: двумя значками $\nabla\nabla$ для ступицы и подступичной части оси и тремя значками $\nabla\nabla\nabla$ для шейки оси.

С переходом на новый ГОСТ 2789—45 поверхность подступичных частей осей и ступиц должна быть 4, 5 и 6 классов II группы, средне-квадратичное отклонение неровностей $H_{ск}$ от 1,6 до 12,5 μ . В переводе на характеристику типичными максимальными неровностями это будет соответствовать величине H_{max} от 6 до 47 μ . Поверхность шеек должна быть 7, 8 и 9 классов III группы — $H_{ск}$ от 0,2 до 1,6 μ или $H_{max} = 1 \div 6 \mu$.

Исследование качества поверхности образцов, о которых говорилось выше, показало некоторое несоответствие их ГОСТ 2789—45. Поверхности подступичных частей и ступиц имеют $H_{max} = 11 \div 53 \mu$, а шейки осей $4 \div 7 \mu$. Чистота поверхностей шеек находится в 7, 8 и 9 классах III группы (чистые), а фактические неровности этих поверхностей $H_{max} = 4 \div 7 \mu$ соответствуют 6 и 7 классу, т. е. захватывают уже 6-й класс II группы поверхностей.

Чистота поверхностей ступиц и подступичных частей осей $H_{ср. кв} = 1,6 \div 12,5 \mu$ или $H_{max} = 6 \div 47 \mu$ должны находиться в 4, 5 и 6 классах; фактически эти поверхности дают $H_{max} = 11 \div 53 \mu$ и соответствуют 3, 4 и 5 классам, т. е. также захватывают 3-й класс I группы.

Пределы отклонений характеристик чистоты поверхностей подступичных частей и ступиц велики, чистота же поверхностей шеек таких отклонений не имеет. Это объясняется, очевидно, различными требованиями, которые предъявляются к этим видам поверхностей существующими инструкциями по формированию колесных пар, и применением дополнительных методов обработки шеек — шлифовки, полировки или накатки.

Для улучшения качества поверхности и внедрения ГОСТ 2789—45 на обработку осей и ступиц необходимо в первую очередь сократить пределы H_{max} . Величина H_{max} должна быть доведена до уровня, достигнутого наиболее передовыми предприятиями ж.-д. транспорта и транспортного машиностроения.

Как показывает опыт ряда заводов, можно без особых трудностей достичь величины неровностей H_{max} под запрессовку в пределах до 24 μ , т. е. не ниже 5-го класса.

С установлением шероховатости $H_{max} \leq 24 \mu$ сократятся колебания фактического натяга, а благодаря этому заводы будут иметь более рациональный процесс производства запрессовок осей колесных пар, так как получат уверенность в подборе натягов. Кроме того, с улучшением чистоты поверхности увеличивается усталостная прочность³ осей.

² ГОСТ 2321—43, резцы — геометрические параметры режущих частей.

³ Оudin И. А., Допускаемые напряжения в машиностроении и циклическая прочность металлов, Машгиз, 1944, стр. 110—121 и др.

Одновременно с исследованием микрогеометрии определялись показатели глубины наклепа. С этой целью наклепанный слой металла постепенно стравливался кислотой и производился рентгеноструктурный анализ методом Дебая Шеррера. Вследствие длительности такого определения оно произведено только в 21 образце осей и ступиц, обработанных на семи заводах (по 3 образца на каждом). В большинстве случаев глубина наклепа находилась в пределах 200 — 400 м, т. е. была характерна для режимов точения, применяемых при обработке осей и ступиц. За эти пределы глубина наклепа выходит в случаях резких изменений и особых сочетаний режимов резания (скорости резания, глубины резания и подачи), а также и изменений методов обработки (накатка, шлифовка и т. п.).

Макрогеометрия поверхностей подступичных частей осей и ступиц колесных центров влияет в основном на прочность прессовых соединений. Инструкцией ЦВ МПС по формированию вагонных колесных пар установлено следующее: 1) разница между меньшим и большим диаметрами детали не должна превышать 0,1 мм на длине запрессовываемой части равной 200 мм (это соответствует 2,5 м на сторону и на 10 мм длины), 2) конусы подступичной части и ступицы должны быть одинакового направления, 3) волнистость поверхности не допускается, 4) эллипсность запрессовываемых поверхностей не допускается выше 0,05 мм, т. е. разница между большим и меньшим диаметрами оси и отверстия ступицы не должна превышать 0,05 мм.

Сокращение допусков в макрогеометрии также улучшает качество прессового соединения, увеличивает производительность при запрессовке осей и снижает брак в процессе формирования.

Известно, что натяги в процессе запрессовки уменьшаются вследствие сглаживания неровностей соединяемых поверхностей, т. е. вследствие уменьшения $H_{\max}$, при этом последний⁴ уменьшается тем больше, чем выше первоначальный натяг⁵. Если из указанной работы для иллюстрации взять натяг 120 м и $H_{1\max} = H_{2\max} = 20$ м при $K = 0,4 \div 0,5$, то в процессе запрессовки $H_{1\max}$ подступичной части оси уменьшается на 40%, а $H_{2\max}$ ступицы колесного центра на 60%; измеренный натяг в этом случае перед запрессовкой уменьшится на величину $0,4 H_{1\max} + 0,6 H_{2\max}$. Следовательно, фактический натяг будет равен $120 - (0,4 \cdot 20 \cdot 2 + 0,6 \cdot 20 \cdot 2) = 120 - (16 + 24) = 120 - 40 = 80$ м.

При другом качестве металла и других значениях $H_{\max}$ и K подступичной части и ступицы величины выглаживания будут иными, в результате чего получится иное изменение фактического натяга и запрессовочных усилий.

При исследовании были проведены запрессовки и распрессовки натуральных осей при $H_{\max} = 36,5$ и $H_{\max} = 18$ м. Оказалось, что прочность прессовых соединений в первом случае приблизительно на 40% ниже, чем во втором, независимо от того, что натяг, устанавливаемый перед запрессовкой, там был выше на 15%.

Влияние чистоты поверхности, обработанной для прессового соединения, на усталостную прочность осей в запрессовках имеет также очень большое значение, о чем свидетельствует многочисленная литература в области прочности у нас и за границей. Изломы осей в результате явлений усталости при эксплуатации их, так же как и сдвиги колес с осей, вызывают крушения поездов.⁶

Концентрация напряжений в запрессованной оси у торцов ступицы (если ось выступает из них) достигает значительных размеров⁶. Указанная концентрация напряжений в осях при переменных нагрузках вызывает прогрессивно развивающиеся усталостные трещины и изломы. Можно предполагать, что усталостные трещины в оси возникают скорее и развиваются более прогрессивно, если ось в зоне концентрации напряжений имеет чистоту поверхности с неровностями $H_{\max} = 53$ м по сравнению с осью, обработанной с большей степенью чистоты и имеющей $H_{\max} = 10$ м при почти одинаковом качестве металла и одинаковых степенях влияния других факторов.

В исследованных образцах величина неровностей на подступичных частях осей и ступицах колес колебалась от 10 до 53 м.

Чтобы изжить указанные ненормальности, повысить безопасность движения поездов и удлинить срок службы подвижного состава, необходимо выполнить следующее:

1. Уменьшить пределы $H_{\max}$, оставив для ступиц и подступичных частей осей только 5 и 6 классы полустылых поверхностей (II группа), которые допускают на поверхностях приблизительно $H_{\max} = 6 - 24$ м.

⁴ Шмальц, Качество поверхности, Машгиз, 1941.

⁵ Зобнин Н., Обработка и запрессовка колесных пар, Трансжелдориздат, 1944.

⁶ Петерсон Р. и Вааль А., Об усталости осей в связи с прессовой посадкой колес, Journal of Applied Mechanics, 1935, vol. 57, III и др.

2. Ввести типовые режимы резания для всех заводов, колесных мастерских и других пунктов формирования колесных пар с применением резцов из современных твердых сплавов, в крайнем случае из быстрорежущей стали РФ1.

3. Ввести типовые формы и геометрию резцов.

4. Новые режимы и геометрию резцов установить для каждого предприятия на основе предложенного выше оптимального варианта.

5. Для быстрого проведения указанных мероприятий изготовить в централизованном порядке эталоны поверхностей и резцов с наклепанными размерами: границ, максимальных высот, неровностей, скоростей резания, глубины резания, подачи, заднего угла, переднего угла, углов в плане, радиусов закругления режущих кромок, типов и количества подаваемой охлаждающей жидкости и типов станков для обработки этих изделий.

ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Производство литых кубиков (заготовок) для кузнечных молотовых штампов

Инж-ры В. И. МЕРИНОВ, В. Н. РЯХИН и А. Ф. ШЕСТАКОВ

В годы новой Сталинской пятилетки вступит в строй много новых машиностроительных заводов поточно-массового производства — главных потребителей штамповой стали. В связи с этим большое значение приобретает рационализация технологического процесса производства штампов. Этот сложный и трудоемкий процесс может быть значительно упрощен при удачном разрешении вопроса производства штампов из литых кубиков. Результаты работы, проведенной авторами в 1944—1946 гг., дают основание считать, что получив здоровую отливку кубика без раковин и трещин и создав направленность кристаллизации, при удовлетворительном проведении плавки стали, можно получить литые кубики, по качеству неуступающие кованым.

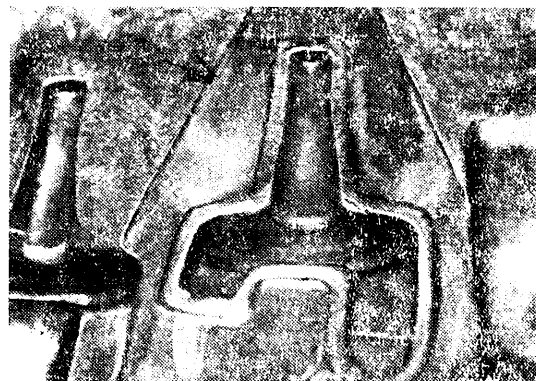


Рис. 1

Разработанный авторами способ заключается в следующем.

Рабочая часть кубика образуется массивным кокилем-поддоном 1 (рис. 1), четыре боковые его грани — кокилем-изложницей 2, а хвостовая часть — так называемыми промежуточными кокилями 3. На промежуточные кокили устанавливается опока с заформованной в ней по деревянной модели прибыльной частью отливки 4. Материалом для формовки прибыли служит обычная формовочная смесь «по-сухому». На опоке помещается промежуточная воронка, состоящая из сварного кожуха 5 с литниковой огнеупорной воронкой 6. В последнюю вставляется шамотный стакан 7. Поддон изготовлен из стали, изложниц и промежуточные кокили — из чугуна.

Перед заливкой вся система кокилей подогревается до 100—150° и покрывается обезвоженной смолой или лаком. Металл, заливаемый сверху, проходит через отверстие шамотного стакана с определенной требуемой скоростью и падает в стакан поддона 8. Этот стакан предотвращает разбрызгивание металла и приваривание кокиля-поддона к кубику. После полного охлаждения кубика его освобождают от

Наименование штампуемой детали	Размеры штампов мм	Стойкость штампов (количество снятых поков с одного комплекта)							
		из литых заготовок		из кованых заготовок					
		новых	после капитальн. ремонта	ГАЗ (сталь 5ХНМ)		Форд 1 (сталь DB1)	Хелпенстол Ко (сталь Hardtem)	Рохлинг (сталь DB1)	
				фактич.	планов.				
АА-3107 (поворотный кулак) . . .	536×375×320	6550	7800	4000—6000	4500	3080—5700	4600—7050	2200—4600	
М-6303 (коленчатый вал)	900×500×350	4450	—	3000—4000	3500	—	—	—	

¹ Сталь DB1 и Hardtem по типу близки стали 5ХНМ. Данные заимствованы из книги Дубового [2].

опоки и кокилей и, отрезав прибыль ацетилено-кислородным пламенем, отправляют его на отжиг.

Отжиг, механическая обработка (изготовление штампов), закалка и отпуск производятся по режимам, установленным для кованых кубиков. Расход металла на прибыль составляет 30—35%.

Толстый поддон аккумулирует большое количество тепла, стенки кокиля-изложницы воспринимают тепло интенсивно только в первый момент после заливки, так как вследствие происходящего расширения изложницы и усадки кубика образуется зазор, который уменьшает интенсивность охлаждения кубика через стенки изложницы. Кубик кристаллизуется по направлению снизу вверх.

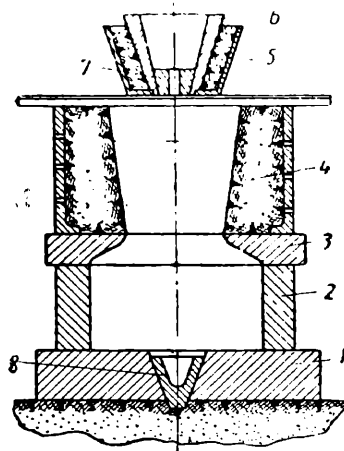


Рис. 2

Металл верхних слоев кубика, отдавая тепло через прибыльную часть отливки и земляную форму, теряет тепло медленно, что также способствует направленности кристаллизации. Влияние утепленной прибыли и поддона здесь особенно значительно, так как слитки-кубики имеют высоту 320—350 мм и большие поперечные размеры — 535×375 мм, 900×500 мм, 900×600 мм и т. п.

Выбранный способ заливки сверху также способствует направленности кристаллизации. Заливка кубиков весом до 0,8 т ведется со скоростью 0,45—0,55 т/мин, кубиков большого веса — 0,65—0,75 т/мин. Температура металла при заливке 1430—1450°. Заливка сверху дает неровности и небольшие завороты на боковых гранях кубика, но эти дефекты не оказывают существенного влияния на прочность и стойкость штампов. Механической обработке боковые грани не подвергаются.

К моменту окончания кристаллизации в толстом поддоне аккумулируется много тепла, и интенсивность охлаждения кубика уменьшается. Это позволяет избежать больших внутренних напряжений и трещин в отливке.

Все указанные факторы обеспечивают направленную кристаллизацию кубика. Плотная ориентированная (транскристаллизационная) структура имеет большое значение для стойкости штампов при эксплуатации. Это подтверждается описанными ниже испытаниями литых штампов, а также работой И. А. Сумина и Голубева [1]. По их данным опытные штампы из кованых загото-

вок, имевшие зону развитых столбчатых кристаллов в рабочей части, обладали высокой стойкостью (180—450% от заданных заводских норм).

Однородность литых кубиков по химическому составу достигается благодаря их малому весу, форме слитка-кубика и направленности кристаллизации. Слитки-кубики весят 400—1700 кг; слитки же для изготовления этих кубиков ковкой должны быть весом в 2000—10 000 кг и более.

Плавки стали велись по режимам, установленным для плавов при производстве слитков для кованых кубиков. Для отливок первых опытных штампов была выбрана сталь марки 5ХНМ. Содержание серы и фосфора в готовом металле было выше верхнего предела на 0,01% каждого, остальные элементы в пределах, требуемых ГОСТ.

В цеховых условиях на Горьковском автозаводе им. Молотова испытанию были подвергнуты штампы для деталей массового производства: АА-3107 — поворотного кулака и М-6303 — коленчатого вала. Полученные при этом данные о стойкости приведены в таблице.

Штампы выходили из строя после появления разгарных трещин (рис. 2), кромки ручьев и имели нормальную размытость, что указывает на удовлетворительную стойкость штампов к истиранию. При работе штампы нагревались до 400—500°.

Из всего сказанного можно сделать следующие выводы:

1. Технологический процесс производства литых кубиков значительно более прост и дешев (по предварительным подсчетам в 1,5 раза), чем производство кубиков ковкой.

2. Любой машиностроительный завод может готовить кубики, если он имеет мартеновские или электросталеплавильные печи.

3. По стойкости штампы из литых кубиков не уступают штампам из кованых заготовок. Стойкость штампов, повидимому, может быть выше при подборе оптимальных режимов термической обработки и плавки стали.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сумин И. А. и Голубев И. В., «Металлург» № 5, 1936.
2. Дубовой В. Я., Выбор стали и термическая обработка штампов в авто-тракторном производстве.

ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ

**В № 11 журнала „Вестник машиностроения“
за 1947 г. будут напечатаны следующие статьи**

**К 30-летию Великой Октябрьской социалистической
революции**

Шухгальтер Л. Я., — На величественном и славном пути.
Артоболевский И. И., акад. — Успехи советской школы ученых
в развитии проблем кинематики механизмов.
Одинг И. А., чл. корр. АН СССР — Развитие в СССР учения
о прочности металлов.

По вопросам технологии

Ревис И. А., канд. техн. наук, *Кватер И. С.*, канд. техн. наук,
Артемьев В. Ф., инж. и *Першин П. С.*, инж. — Трещины в отливках из быстрорежущей стали и методы их устранения.

Резников Н. И., д-р техн. наук, проф. — Вопросы скоростного фрезерования.

Грабино М. Г. и *Филимонов В. Г.*, инж.-ры — Получение железных порошков для металлокерамических деталей.

Володин Е. А., канд. техн. наук — Электронская обработка матриц вырубных штампов.

Из истории отечественного машиностроения

Сатель Э. А., заслуж. деят. науки и техники, проф., д-р — К истории развития московского машиностроения (Очерк к 800-летию Москвы).

Рубцов Н. Н., лауреат Сталинской премии, д-р техн. наук, проф. — Московские литейщики XIV—XVII вв.

Задачи литейного производства в послевоенной Сталинской пятилетке

Канд. техн. наук В. М. ШЕСТОПАЛ

Литье занимает ведущее место среди заготовок, применяемых в машиностроении. Так, в станках отливки составляют 80—85% от их общего веса, в тракторах — 50—55%, экскаваторах — 70%, крановых тележках — 25% и т. д.

В себестоимости машин не менее 25% приходится на производство отливок.

За годы Сталинских пятилеток литейная промышленность получила широкое развитие: появились механизированные цехи массовой продукции, литейные тяжелого машиностроения, специальных видов литья; был освоен ряд таких новых процессов, как литье колес Гриффина, отливки из американского ковкого чугуна и нержавеющей стали, литье под давлением, кокильное, центробежное и т. д.

К началу Великой Отечественной войны по размерам годового выпуска отливок Советский Союз занял одно из первых мест в мире.

Литейное производство активно помогло вооруженным силам нашей Родины одержать победу над врагом. За ряд технических усовершенствований, внесенных в годы войны (например, отливка в металлические формы крупного стального литья, отливка боеприпасов и др.), многие советские литейщики удостоились Сталинских премий.

В законе о послевоенном пятилетнем плане предусмотрено увеличение выпуска продукции машиностроения в два и более раза по сравнению с довоенным. Это обязывает литейное производство резко увеличить выпуск продукции и повысить ее качество. Успешное выполнение грандиозных задач, поставленных перед литейной промышленностью, требует единого, притом наиболее целесообразного технического решения всех основных вопросов, возникающих в связи с необходимостью увеличения объема производства и повышения качества литья.

Требования к отливкам непрерывно возрастают. Если, например, для отливок из серого чугуна предел прочности при изгибе в 1928 г. составлял 30 кг/мм² (ОСТ 265), то в 1944 г. он доведен до 56 кг/мм² (ГОСТ В 2611—44) (рис. 1).

В новой пятилетке машиностроение должно получать отливки повышенного качества, отвечающие условиям службы деталей наиболее совершенных конструкций. Между тем, несмотря на достижения передовых предприятий, качество отливок в некоторых весьма важных отраслях машиностроения отстает от современного развития технологии. По действующим техническим условиям 1939 г. предел прочности при растяжении чугунных отливок для станкостроения составляет: для ответственных деталей — 10 кг/мм², для среднего литья — 15 кг/мм² и для ответственных деталей — 21 кг/мм². Между тем, уровень техники производства отливок позволяет повысить прочность при растяжении соответственно до 21, 24, 39 кг/мм².

Это создает резервы конструктивной прочности, которые могут и должны быть использованы конструкторами, работающими в содружестве с технологами-литейщиками.

Другим важным показателем качества литья являются модуль упругости. В углеродистом чугуне первого класса модуль упругости составляет $0,8 \div 0,9 \cdot 10^6$ кг/см², тогда как в модифицированном чугуне он достигает¹ до $1,4 \div 1,6 \cdot 10^6$ кг/см².

¹ Энциклопедический справочник „Машиностроение“, т. 4, гл. 1.

Основные пути улучшения качества металла отливок в новой Сталинской пятилетке — легирование, модификация и термическая обработка.

Применение чугунов, природно легированных хромом и никелем, — Халиловских, Елизаветинских, Уфалейских и др., прочно вошло в практику отечественного машиностроения. Однако для улучшения свойств чугуна современная техника допускает широкое использование также меди, молибдена, ванадия и некоторых других элементов.

В области стального литья одним из способов повышения качества многих деталей является намеченное пятилетним планом развитие производства низколегированных сталей, что позволит, например, значительно понизить коэффициент тары вагонов, облегчить многие машинные конструкции и т. д.

В больших размерах должно практиковаться модифицирование чугуна. Работы

ЦНИИТМАШ, Академии Наук СССР и др. и опыт ряда передовых литейных цехов установили полную возможность внедрить модифицирование при производстве литья для нужд почти всех отраслей машиностроения. С этой целью следует организовать бесперебойное снабжение литейных цехов высококачественными модификаторами (силикокальций и др.), а также провести работы по подготовке цехов к переходу на этот метод. В частности, для обеспечения высокой температуры чугуна, необходимой при осуществлении процесса модифицирования, ряд вагранок, предназначенных для изготовления высококачественных отливок, необходимо оборудовать устройствами для подогрева дутья, а также для регулирования его количества.

Большую роль в повышении качества отливок должна сыграть термическая и термо-химическая обработка. Современная технология располагает большим арсеналом средств для упрочнения отливок, особенно для повышения их износостойчивости.

Разнообразие эксплуатационного назначения различных частей отливок делает весьма ценным дальнейшее распространение в производстве литья поверхностной термической обработки — пламенной и высокочастотной.

Изнашивающиеся поверхности, а также работающие в коррозионной среде (например, поверхности гильз двигателей внутреннего сгорания) следует подвергать азотированию. Твердость азотированного поверхностного слоя чугунных отливок достигает 800—900 Н_В. Некоторое увеличение стоимости гильз вполне оправдывается значительным сокращением их износа.

Весьма эффективным способом улучшения прочностных и других свойств чугуна является изотермическая закалка. Последняя способна повышать прочность отливок на 60—80%, а сопротивление износу в 2,5—3 раза.

В части ковкого чугуна одним из прогрессивных методов его термической обработки является дисперсионный отжиг, обеспечивающий значительное сокращение длительности производственного цикла.

Повышение качества чугунных и стальных отливок должно сопровождаться развитием и усовершенствованием контрольных методов. Применение рентгенографии, магнитной дефектоскопии, внедрение экс-

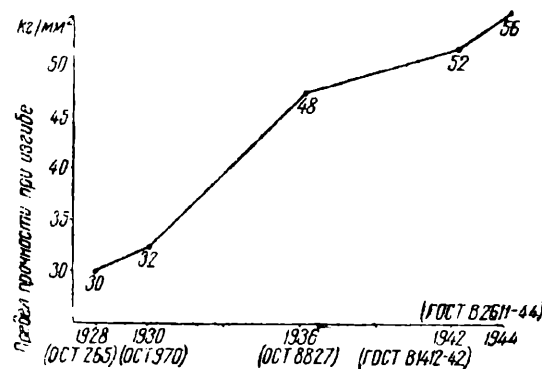


Рис. 1. Рост регламентированной прочности отливок из серого чугуна по годам

плоатационных испытаний литых деталей и др. будет несомненно способствовать дальнейшему улучшению качества литья в соответствии с реальными условиями использования литых деталей в машинных конструкциях.

Другой цикл задач, стоящих перед литейными цехами в новой пятилетке, касается повышения точности отливок. Как известно, все передовые способы механической обработки требуют такой точности заготовок, при которой можно обойтись минимальными допусками на черновые размеры. Изготовление отливок с повышенной точностью позволяет значительно сократить трудоемкость обработочных операций.

Для достижения необходимой точности заготовок в первую очередь должна быть поднята культура производства литья на базе существующих технологических методов. В настоящее время машиностроение работает на втором и, преимущественно, на третьем классе точности отливок. Этот класс допускает для крупного литья отклонения по весу до 10%. Между тем, советское автомобилестроение и тракторостроение применяют допуски, которые по жесткости превышают нормы ГОСТ для первого класса. Отдельные передовые предприятия изготавливают в песчаных формах отливки с еще более жесткими допусками.

Чтобы добиться минимальных припусков и допусков, необходимо улучшить технологическую оснастку литейных цехов. В части опочного хозяйства это относится, главным образом, к штыревой системе, непосредственно влияющей на точность отливок.

Большую помощь в организации и улучшении опочного хозяйства литейных цехов должны оказать последние ГОСТ² на классификацию опок и их конструкции.

Для крупных деталей следует более широко применять модели из легких сплавов, которые, не испытывая коробления, обеспечивают необходимую точность в размерах отливок. Практика отечественной авиационной и автомобильной промышленности показывает, что можно с успехом отливать металлические модели, вовсе не требующие механической обработки, а только зачистки. Это делает экономичным использование металлических моделей и стержневых ящиков даже при сравнительно небольших сериях отливок.

Поскольку стоимость оснастки является решающей при определении экономичности машинной формовки малых серий, то должна быть введена четкая дифференциация требований, предъявляемых к качеству и точности моделей в зависимости от размера партий отливок.

Применение к определению допусков в моделях размерных расчетов³, подобно тому как это делается в машинных конструкциях, открывает возможность значительно удешевить, против существующего, изготовление и монтаж моделей на плиты без снижения точности отливок.

Приводим для примера в табл. 1 допуски на размеры моделей головки токарно-винторезного станка (рис. 2) и кронштейна (рис. 3) при различных требованиях к точности самих отливок.

Повышение точности отливок в машиностроении может быть достигнуто за счет внедрения и широкого развития специальных способов литья. До недавнего времени эти способы применялись только в массовом производстве некоторых специфических деталей. Однако последние годы характеризуются тенденцией использовать преимущества специальных способов литья для широкой номенклатуры серийных отливок.

За время первых Сталинских пятилеток повсеместно освоено кокильное литье разнообразных деталей из цветных и, частично, из черных металлов. В годы Великой Отечественной войны этот метод при-

² ГОСТ 2133—43 и 2529—44.

³ В. Шестопал, М. Женин, Размерные расчеты модельных комплектов, Мосстанкин, 1947.

Требуемая точность моделей в разных случаях отливки

Детали	Размер отливки, мм		Размер модели, мм			
	I класс точности	III класс точности	для отливки I класса		для отливки III класса	
			сущест. норматив	расчетный размер	сущест. норматив	расчетный размер
Головка токарно-винторезного станка	520^{+2}_{-1}	520^{+6}_{-4}	520 ± 0.8	520 ± 1.2	520 ± 1.5	520 ± 4
Кронштейн	$397^{+1.5}_{-1.0}$	397^{+5}_{-3}	397 ± 0.6	397 ± 0.8	397 ± 1.0	397 ± 2.8

менялся в больших масштабах при производстве продукции оборонного значения. Закон о новом пятилетнем плане предусматривает дальнейшее развитие кокильного литья. Применение металлических форм для мелкосерийных отливок требует изыскания таких методов изготовления кокилей, при которых себестоимость последних оправдывалась бы даже

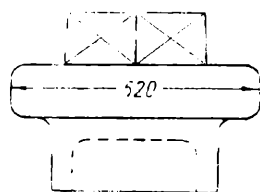


Рис. 2. Головка токарно-винторезного станка

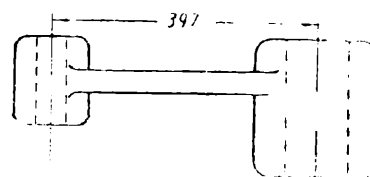


Рис. 3. Кронштейн

при небольших партиях отливок. В этом направлении заслуживают серьезного внимания работы ряда заводов станкоинструментальной промышленности. Основой применяемых этими заводами методов является жесткая нормализация всех тех элементов кокилей, которые непосредственно не зависят от конфигурации детали, а также получение рабочих поверхностей формы отлитыми настолько чисто, что последующая механическая обработка их исключается.

Сочетание металлических форм с повышенным давлением на заливаемый металл обеспечит дальнейший прогресс в области получения не нуждающихся в механической обработке литых деталей с готовыми резьбами, точными отверстиями (табл. 2) и т. д.

Во многих производствах с большим успехом может быть использован прецизионный способ литья, который позволяет получить в промышленном масштабе отливки самой сложной конфигурации из любых сплавов (в том числе неподдающихся механической обработке) с точностью размеров, выражаемой сотыми долями миллиметра (табл. 3).

Большое будущее имеет и метод центробежного литья. Обусловливаемая им в сочетании с направленным затвердеванием значительная плотность металла допускает в ряде случаев замену такими отливками поковок.

Возможности применения таких высокопроизводительных методов литья, как литье под давлением, кокильное, центробежное и др. существенно расширяются благодаря унификации узлов и элементов машинных конструкций, планомерно проводимой в отечественном машиностроении.

Точность размеров отливок под давлением

Характер сплава	Минимальные допуски для отливок, мм			Литая резьба	
	в одной половинке формы не менее	ограниченные обсами по- овинками формы		мини- мальный размер шага, мм	минималь- ный диамстр. мм
		параллельно поверхности разъема	перпендику- лярно поверх- ности разъема		
Свинцовые	$\pm 0,02$	$\pm 0,02$	0,05—0,1	0,9	5
Оловянистые	$\pm 0,01$	$\pm 0,01$	0,02—0,05	0,8	5
Цинковые	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	0,05—0,1	1,0	8
Алюминиевые	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	0,05—0,15	1,2	12
Магнмевые	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	0,05—0,15	1,2	12
Медные	$\pm 0,07$	$\pm 0,07$	0,07—0,2	1,5	18

Таблица 3

Точность изготовления литых деталей прецизионным методом

Размер отливки, мм .	до 6	6—12	12—25	25—50	50—100	Более 100
Допуск, мм	$\pm 0,06$	$\pm 0,08$	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,25$

Таблица 4

Соотношение себестоимости отливки шпинделя разными способами, в зависимости от серийности

Серийность (партия) шт.	Соотношение себестоимости		
	земля- ная форма	кокиль	центро- бежное литье
5	1	2,0	1,5
25	1	1,7	1,3
100	1	1,7	1,1
500	1	1,1	0,8
1000	1	0,8	0,5

Это видно из примера (табл. 4) отливки разных партий шпинделей револьверных станков в земляную форму, в кокиль и центробежным способом (рис. 4, 5, 6).

Существенное развитие в текущей пятилетке должны получить также и те технологические и организационные мероприятия, которые направлены на увеличение производительности литейных цехов.

Значительный рост выпуска отливок и освоение многих новых отливок ответственного назначения требуют коренного изменения технологических и организационных форм литейного производства.

Технологические приемы изготовления отливок в ряде отраслей машиностроения основаны на использовании квалифицированной рабочей силы и отличаются большой трудоемкостью. Так, в 1945 г. всего 25% станочных отливок было изготовлено с помощью машинной формовки.

Для повышения производительности труда и увеличения отдачи площадей необходимо последовательно перейти на всех этапах производства серийных отливок на поточные методы, приспособив их к характеру и серийности изделий.

Основной предпосылкой для внедрения поточных методов в литейное производство является его обеспечение совершенно однородным металлом. Применение минимального числа шихт в чугунном литье достигается модификацией, т. е. переносом части металлургических превращений за плавильный агрегат. Регулируя количество присаживаемых

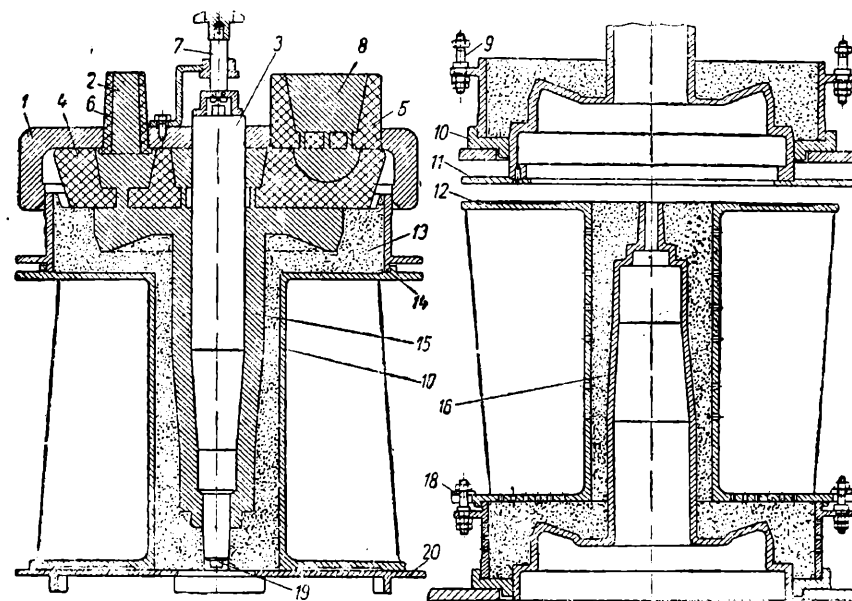


Рис. 4. Отливка шпинделя в землю.

1 — кондуктор, груз; 2 — выпор; 3 — стержень № 1; 4 — стержень № 2; 5 — стержень № 3; 6 — стержень № 4; 7 — прижим центрального стержня; 8 — литниковая чаша; 9 — болты для соединения опок; 10 — центрирующий диск; 11 — протяжная плита; 12 — подмодельная плита; 13 — формовочная земля; 14 — опока верхняя; 15 — отливка; 16 — модель; 17 — опока нижняя; 18 — быстросъемная шайба; 19 — каркасная трубка; 20 — плита

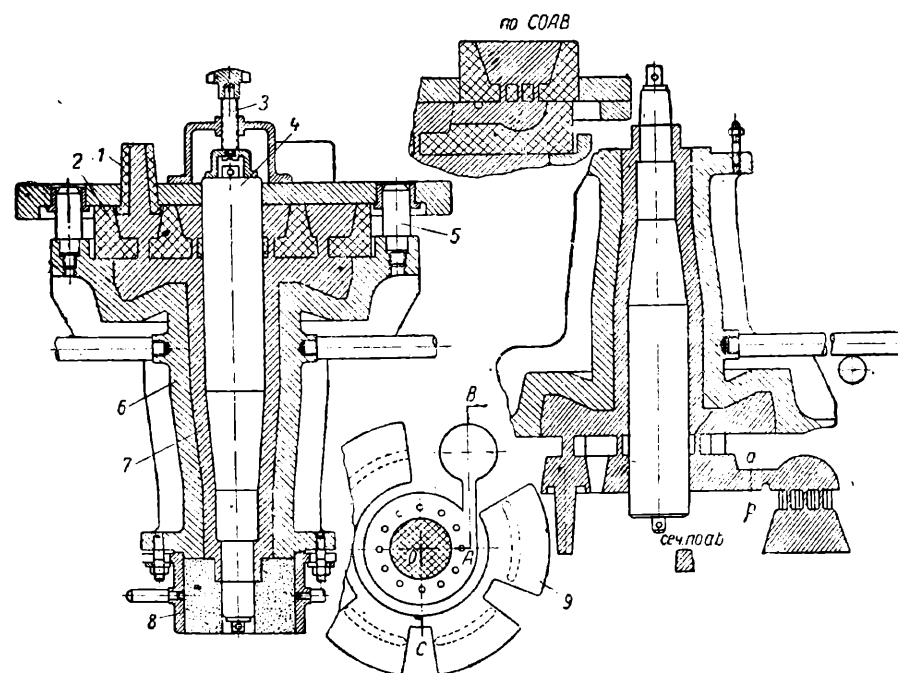


Рис. 5. Отливка шпинделя в кокиль.

1 — стержень; 2 — стержень; 3 — прижим центрального стержня; 4 — стержень; 5 — направляющий штырь; 6 — кокиль; 7 — отливка; 8 — нижняя опока; 9 — литниковая система

модификаторов (ферросилиция, силикокальция, силикоалюминия и др.), можно получать из одной малоуглеродистой шихты чугун однородной структуры и с высокими механическими свойствами в самых различных по массивности отливках. Таким образом из одного плавильного агрегата можно лить в потоке и крупное и мелкое литье, не опасаясь рыхлот либо отбела.

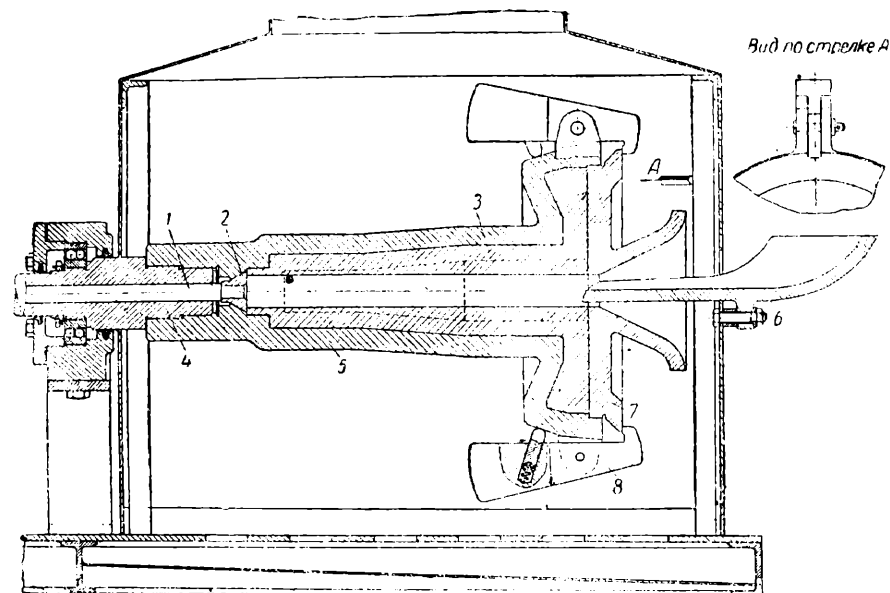


Рис. 6. Отливка шпинделя центробежным способом.

1 — стержень выталкивателя; 2 — выталкиватель; 3 — отливка; 4 — шпиндель центробежного станка; 5 — изложница; 6 — жолоб; 7 — крышка; 8 — захват

В числе мероприятий, относящихся к технологии изготовления стержней в потоке, необходимо осуществить перевод производства стержней с глиняных смесей на песчаные. В связи с легкой уплотняемостью этих смесей легче применять механизированные, в том числе пескодувные, методы изготовления стержней; также следует разукрупнять стержни применительно к машинным способам изготовления и малой сырой прочности песчаных смесей и, в частности, сводить стержни к простым конфигурациям, не требующим квалифицированного труда и сложной оснастки. В результате становится возможным вводить замкнутые поточные линии с механизированным удалением стержней из ящиков для широкой номенклатуры стержней. В связи с их разукрупнением и понижением температуры сушки песчаных смесей, в большинстве случаев, целесообразно применять конвейерные сушильные печи непрерывного действия.

Дальнейшему совершенствованию формовки в смысле приспособления к поточным методам будут способствовать: перевод формовки среднего, а частично, и крупного литья (включая и такое, как, например, станины станков) с сухой на сырую с поверхностным подсушиванием⁴; применение печей непрерывного действия для поверхностного подсушивания. В зависимости от организации производства эти печи могут быть сблокированы в конвейерные системы или установлены самостоятельно. Ряд существенных преимуществ имеет поверхностная сушка форм при помощи инфракрасных лучей. Использование для формовки

⁴ Глубина подсушиваемого слоя колеблется: в формах для автомобильного литья от 3 до 8 мм, для станочного от 12 до 25 мм и для тяжелого литья от 50 до 100 мм.

крупных деталей наряду с пескометами, крупных встряхивающих станков грузоподъемностью до 20 т и более позволяет использовать формовщиков меньшей квалификации. Одним из основных условий применения на участке формовки передовой технологии является нормализация опочного парка до 1—2 размеров опок на каждую пару формовочных машин; подсаживание мелких деталей в формы для крупных деталей, что позволяет лучше использовать объем опок. Между прочим, последнее мероприятие как путь увеличения металлоемкости форм может быть облегчено применением нечувствительного к толщине стенок литья модифицированного металла. Объединение в форме различных деталей уменьшает сменность плит и улучшает организацию машинной формовки.

Ряд мер должен быть проведен также и в области выбивки и очистки литья. В частности, для выбивки крупных отливок следует рекомендовать встряхивающие решетки, уже зарекомендовавшие себя для мелкого и среднего литья, заблокированные по 4—6 шт. Их применение вполне возможно для крупных опок благодаря малой спекаемости сырых форм.

Внедрение гидравлической очистки литья может повысить производительность труда на выколотке стержней в 10—12 раз и значительно снизить трудоемкость последующих операций; очистка от стержней станины карусельно-расточного станка с помощью пневматического инструмента требует затраты 27 чел.-час., а гидравлическим способом всего 2—3 часа.

В зависимости от сложности отливок и рода стержневой смеси время вымывки 1 м³ стержней может быть определено по табл. 5.

Следует отметить, что в самое последнее время появились так называемые пескогидравлические установки, сочетающие в себе вымывающее действие с абразивным, где вода под давлением 80—90 ат несет с собой кварцевые песчинки, хорошо очищающие литейные поверхности.

Улучшение качества очистки литых деталей разрешает, как показывает практика, повышать режимы механической обработки до 25%, причем стойкость обдирочного инструмента увеличивается до 3—5 раз.

Перевод на поточные методы, при более совершенных способах производства, основной массы серийного литья позволит увеличить производительность труда в литейных цехах ряда отраслей машиностроения примерно в 2—2,5 раза, улучшить использование площадей в 3—3,5 раза.

Перед массовым производством отливок, например автомобильных и тракторных деталей, радиаторов и др., стоят другие задачи. Здесь наряду с осуществлением многих из перечисленных раньше мероприятий необходимо дальнейшее совершенствование механизации, а также широкое внедрение автоматизации, значение которых для литейного производства очень велико.

Достаточно сказать, что в литейных массовой продукции, несмотря на полную механизацию основных процессов, число производственных рабочих к общему их числу составляет 1 : (2÷3). Доля машинного времени при машинной формовке не превышает 10—12%. Между тем, с помощью даже простых приспособлений любой завод может значительно сократить ручное время ряда операций и поднять производительность труда. Так, ручная операция открывания и закрывания бункера с землей над формовочной машиной занимает до 9—10% рабочего

Таблица 5
Время гидравлического удаления 1 м³ стержней (в мин.)

Род смеси	Конфигурация отливок		
	простая	сложная	очень сложная
Глинистая . .	55	100	132
Песчаная . . .	40	72	96

времени формовщика; применяя для этой цели простое пневматическое устройство, можно значительно сократить ручное время, освободить формовщика от тяжелого труда и в результате содействовать повышению производительности на данной формовочной операции.

Еще пример. Чтобы избежать зависания земли в расходных бункерах, на них надевают небольшие вибраторы, сходные с установленными на формовочных станках. При открывании бункера вибратор автоматически приходит в действие. Благодаря такой простой механизации среднее время наполнения опоки землей может быть сокращено почти вдвое.

Совершенствование механизации может идти также за счет дифференциации отдельных операций на их составляющие.

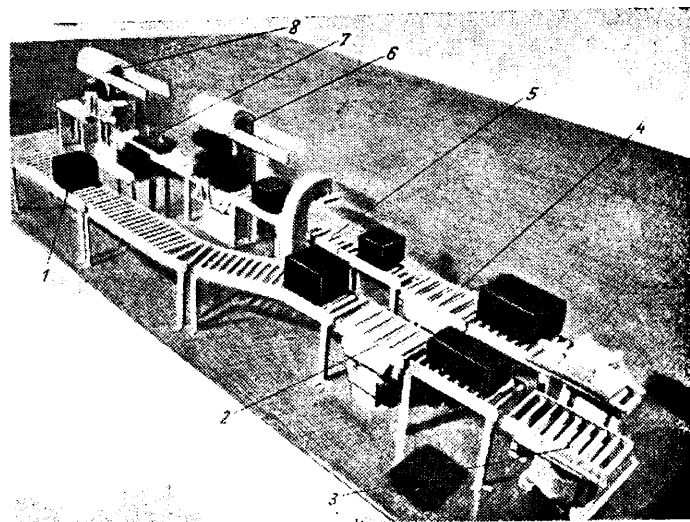


Рис. 7. Линия для изготовления безопочных форм.

Последовательность приемов: 1 — сборка модельной плиты и съемных опок; 2 — уплотнение встряхиванием нижней опоки; 3 — форма с наложенной подопочной плитой механически переворачивается; 4 — уплотнение верхней опоки; 5 — подпрессовка; 6 — разъем формы и удаление модельной плиты, осуществляемые механически на протяжном станке со специальным устройством; 7 — установка стержней в нижнюю полуформу, находящуюся на рольганге, в то время как верхняя перекачивается в следующее положение по подвесным направляющим; 8 — сборка формы и механическое удаление опоки.

В качестве примера может служить линия для изготовления безопочных форм, изображенная на рис. 7.

Производительность такой линии достигает 6 форм в минуту, а смена модельных плит неспособна резко сказаться на темпе.

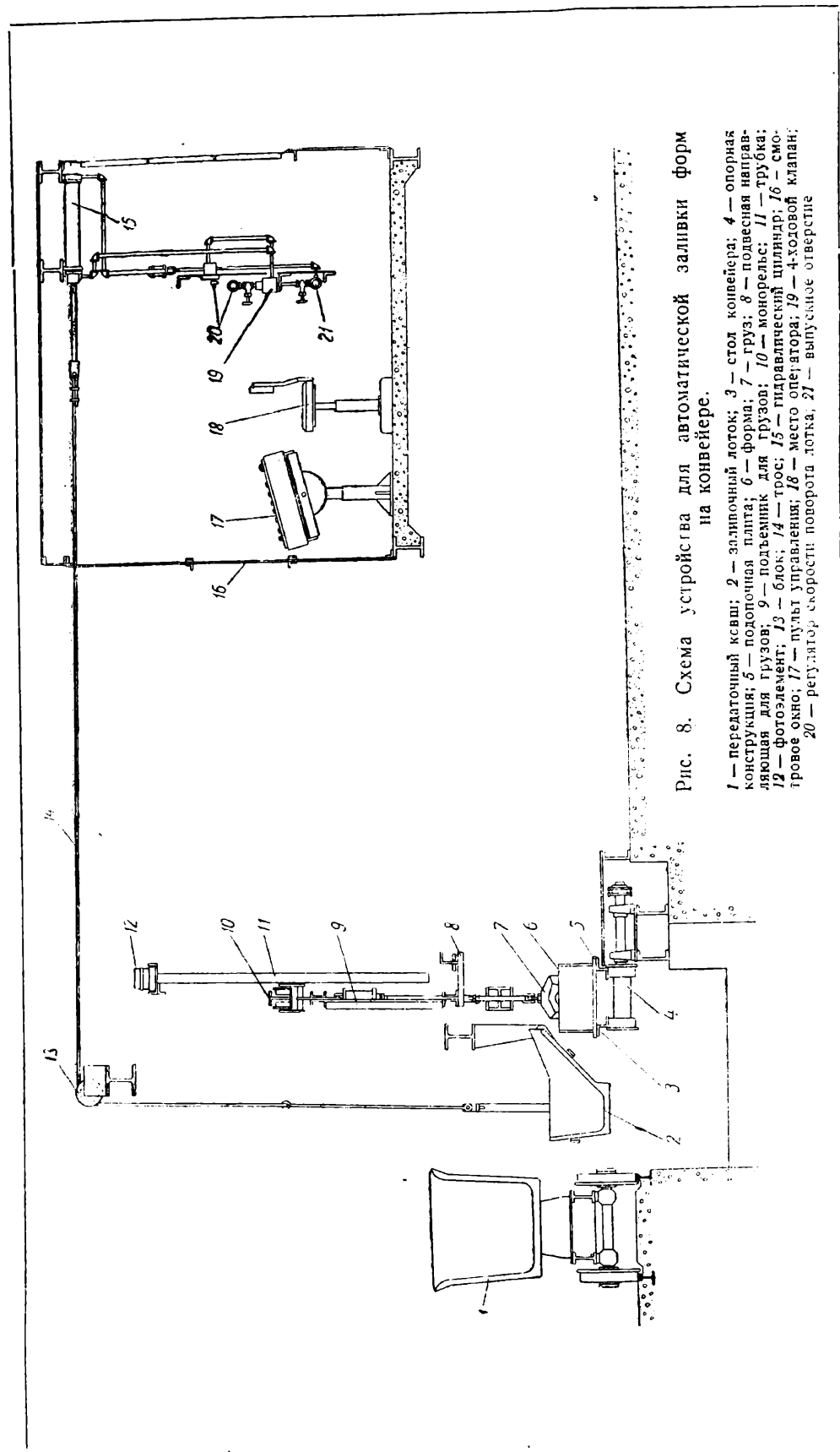
В первую очередь должны быть автоматизированы те технологические процессы, которые не связаны непосредственно с характерными особенностями отдельных деталей, а именно — плавка, приготовление и подача формовочных составов, заливка и т. д.

В качестве примера одного из новейших устройств, предназначенных для автоматической заливки форм на конвейере, на рис. 8 приведена схема, а на рис. 9 и 10 — внешний вид установки, обеспечивающей заливку 370 форм, общей металлоемкостью 11 т. Вся установка, действие которой ясно из приведенной схемы, обслуживается одним человеком.

Кроме того, значительные перспективы в области автоматизации имеет литье в постоянные формы.

Особое внимание советских литейщиков в новой пятилетке должно быть направлено на ликвидацию потерь.

Прежде всего должен быть максимально снижен брак литья, который в ряде литейных производств продолжает оставаться недопустимо



высоким. В общем, вес бракуемых отливок достигает сотен тысяч тонн в год, причем в подавляющем числе случаев он вызывается низкой технической культурой в литейных цехах и отсутствием должной технологической дисциплины.

В борьбе с браком совершенно недостаточно используются методы статистического контроля и другие научные способы анализа, а также предупреждения брака.

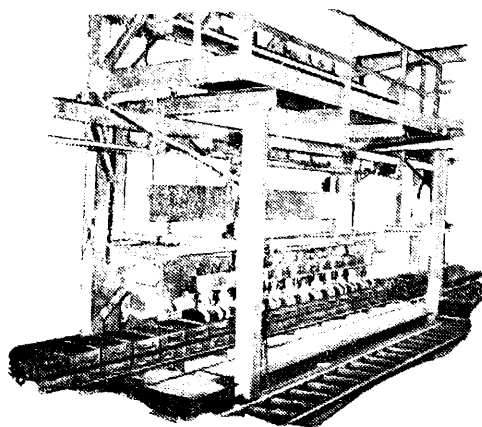


Рис. 9. Конвейер с автоматической заливкой форм

На размерах потерь оказывается и то, что зачастую формовочные материалы используются только однократно. Между тем, существуют конструкции установок для регенерации формовочных материалов, рассчитанные на разные объемы и условия производства. Очередной задачей является широкое внедрение этих установок.

Для сокращения расхода кокса в текущей пятилетке должны быть распространены устройства для подогрева дутья в вагранках за счет использования отходящих газов. В зависимости от местных условий с этой целью могут применяться упрощенные устройства (хотя бы типа калориферных),

позволяющие утилизировать лишь физическое тепло отходящих газов, либо более сложные, основанные уже на дожигании этих газов.

Развитие литейного производства в огромной степени зависит от его обеспечения материальной базой, прежде всего — оборудованием и

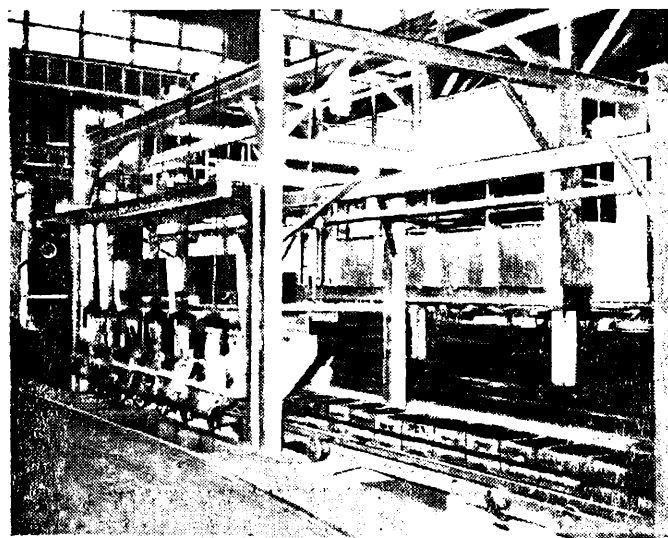


Рис. 10. Устройство для автоматической заливки форм

оснасткой. Закон о пятилетнем плане восстановления и развития народного хозяйства СССР на 1946—1950 гг. дает прямое указание о необходимости срочного восстановления и развития производства литейного оборудования; между тем, положение с его изготовлением продолжает пока оставаться совершенно неудовлетворительным.

Необходимо одновременно решить и другой, очень важный для литейной промышленности вопрос — об организации централизованного производства модельно-опочной оснастки (нормалей, а также формовочного инструмента) для обеспечения ею литейных цехов.

Передовые методы изготовления отливок становятся особенно эффективными при увеличении объема производства. В существующих условиях для серийных литейных оптимальным считается размер, рассчитанный на годовой выпуск в 6—10 тыс. т. То, что технико-экономические показатели многих крупных цехов в некоторых случаях мало отличаются от показателей небольших литейных, а иногда и ниже их, объясняется несоответствием объема производства принципам технологии, имеющим место в работе ряда крупных литейных цехов. Введение прогрессивных методов производства вполне оправдывает постройку для разнообразных отраслей народного хозяйства крупных литейных цехов типа центролитов, не отличающихся по масштабу от крупнейших литейных цехов массового производства.

Вопрос об оптимальном масштабе литейного производства неразрывно связан со специализацией и кооперированием заводов. При малых масштабах производства применение многих производительных методов не оправдывается, а установленное оборудование используется в самой незначительной степени. Так, средние сменные производительности формовочных станков в большинстве литейных серийного литья примерно на 75% ниже производительности аналогичных машин в авто-тракторных литейных. При правильном использовании имеющиеся в нашем литейном производстве формовочные машины могли бы давать в два-три раза больше отливок.

Расширение литейной базы должно пойти в значительной мере по пути создания литейных заводов, специализированных по определенным группам литья в пределах потребностей данного экономического района. Такое решение позволит избежать имеющих место значительных по объему непроизводительных перевозок литья.

* *
*

В этом — далеко не полном — обзоре затронуты лишь некоторые важнейшие мероприятия по развитию литейных производств в новой Сталинской пятилетке. Перед советскими литейщиками стоит почетная задача всестороннего совершенствования технологии и организации производства, с тем чтобы обеспечить машиностроение высококачественными отливками в необходимых количествах при систематическом улучшении показателей литейных цехов.

Новое в технологии литья под давлением

Инж. Я. И. ОСТРОВСКИЙ

Вопросы литья под давлением далеко еще не изучены и требуют глубокого теоретического и практического исследования, а технология этого производства нуждается в дальнейшем совершенствовании и автоматизации. Описываемый ниже опыт некоторых немецких фирм в этой области вносит новое и представляет интерес для работников данной отрасли.

Подогрев и измерение температуры прессформ. После того как прессформа установлена на машину литья под давлением, форму надо до начала работы прогреть, а именно на 180—200° при отливке цин-

ковых изделий, на $200\text{--}250^\circ$ для алюминиевых сплавов и на $300\text{--}350^\circ$ для медных. Для этой цели пользуются круговыми газовыми обогревателями разнообразной формы (рис. 1). Для каждой прессформы, имеющей нестандартные размеры и очертания, изготавливаются специальные трубчатые обогреватели так, чтобы создать равномерный нагрев не только внешней поверхности прессформы, но и внутренних, оформляющих непосредственно отливку деталей.

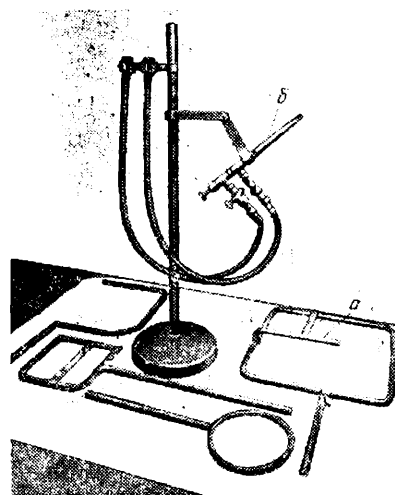


Рис. 1. Газовые обогреватели для прессформ

Обогреватели представляют собой трубки, изогнутые по контуру прессформы и имеющие небольшие отверстия для прохода газа, которые обращены в сторону нагреваемой поверхности. Для нагрева стержней (рис. 1, а) обогреватели снабжаются специальными отрезками. Для местного подогрева труднодоступных мест прессформы либо для подогрева литникового накала служат прямые трубки со слегка приплюснутыми концами (рис. 1, б). Обогреватели устанавливаются около машины и установленной на ней формы в штативах, служащих для закрепления основной части обогревателя. Штативы в каждом случае ставятся с наиболее удобной стороны машины. Газ и воздух подводятся к обогревателям по резиновым шлангам. Интенсивность нагрева прессформ регулируется количеством подаваемого газа, для чего служит вентиль.

Большое удобство представляет электрический подогрев прессформ. Для этой цели мы предлагаем применять электрические трубчатые элементы мощностью от 200 до 400 в. В зависимости от величины и веса прессформы можно устанавливать для ее подогрева от двух до пяти элементов. Для этого в торце плиты, служащей основанием формы, либо в верхней плите постаменты следует просверлить на равных расстояниях 5—6 сквозных отверстий, соответствующих диаметру элементов; последние должны свободно вставляться в отверстия рукой. В тех местах прессформы, где требуется более сильный нагрев, надо вставлять большее количество элементов. К электросети элементы приключаются посредством штепсельной вилки. Электрический подогрев дает возможность поддерживать чистоту рабочих частей прессформы, не закапывая их. В продолжение подогрева, на который требуется 10—30 мин., необходимо убирать выталкиватели из прессформы во избежание их отпуска. При первых запрессовках рекомендуется заливать в камеру сжатия немного металла и слегка смазывать форму. Полученные таким образом пробные, преимущественно не полноценные отливки служат для проверки правильности установки и работы прессформы и ее составных подвижных частей: стержней, выталкивателей и др.

Проверка предварительного подогрева прессформы, а также периодический контроль температуры прессформы во время работы производились до последнего времени на-глаз, в лучшем случае с помощью поверхностной контактной термпары. Это не дает нужного представления о температуре внутри рабочей полости прессформы, которая непосредственно соприкасается с расплавленным металлом изготавливаемой детали. Недавно предложен способ контроля температуры посредством особых цветных карандашей; он очень прост и дает возможность производить измерения с точностью до 10° . Применяемые для этого карандаши «Термохром» (рис. 2), изменяя свой цвет с температурой,

быстро определяют последнюю, независимо от материала нагретого тела. Штрих, проведенный на нагретой поверхности в течение 1—2 сек., показывает ее температуру. Окраска на концах карандашей показывает, какого цвета должен быть штрих при определенной температуре.

Если цвет черты изменится за 1—2 сек., то значит исследуемый предмет достиг нужной температуры. Мгновенное изменение цвета штриха свидетельствует о том, что предмет нагрет выше указанной на карандаше температуры. Замедленное же изменение окраски — более 2 сек — указывает, что нагреваемый предмет не достиг температуры, обозначенной на карандаше. Приведенная ниже табличка дает представление о том, как меняется цвет карандаша с температурой.

Таким образом, имея комплект карандашей, можно легко определить температуру подогреваемой прессформы и прекратить нагревание, когда будет достигнута необходимая температура. При перегреве прессформы во время работы это также легко обнаружить и дать ей возможность остыть.

Охлаждение прессформ. При ускоренной работе машины, а также при отливке толстостенных деталей прессформа быстро нагревается

Температура измеряемого тела и № ка- рандаша	Первоначаль- ный цвет	Измененный цвет
120	Яркозеленый	Светло голубой
150	Зеленый	Фиолетовый
200	Темно голубой	Черный
300	Зеленый	Коричневый
350	Коричневый	Красный
450	Розовый	Черный
510	Светло желтый	Оранжевый
600	Синий	Белый

выше оптимальной для данного сплава температуры. К слишком горячим прессформам сильнее прилипает металл, а отлитые детали дольше остывают. Кроме того, в этом случае снижается производительность машин, а наиболее тонкие части прессформ — стержни, выталкиватели и др. — очень быстро выходят из строя. При слишком холодных матрицах рабочая полость заполняется недостаточно пол-

но по контуру, и отливаемые детали имеют плохую, нечистую поверхность и следы несваренных струй металла (мароз). Для удлинения срока службы прессформ и их большей термоустойчивости, а также большей точности получаемых деталей необходимо регулировать температуру формы во время работы. Поэтому периодическое измерение температуры прессформ контактной термопарой, либо температурными карандашами имеет большое значение. Чтобы предотвратить перегрев, устраиваются охлаждающие водяные каналы. Они находятся главным образом в неподвижной части прессформы, где высверливаются сквозные отверстия, соединяемые с питающей и отводящей магистралями резиновыми шлангами. Особое внимание необходимо обращать на охлаждение тех частей прессформы, куда подается больше всего расплавленного металла, т. е. тем частям, которые образуют наиболее массивные места деталей. Когда форма имеет встав-

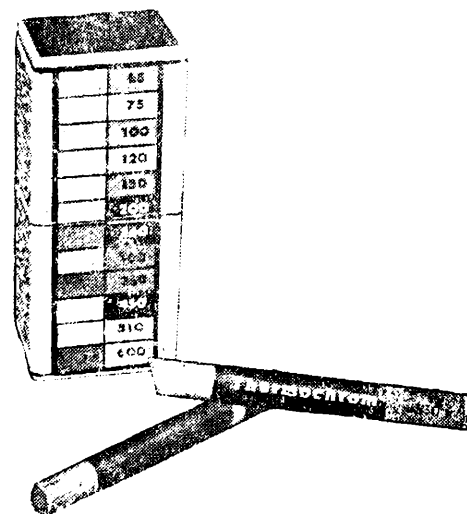


Рис. 2. Карандаши „Термохром“ для определения температуры нагретых тел

ки и при сквозном сверлении, вода может просачиваться в стыках плит прессформ и вставок, необходимо охлаждающую воду подавать по латунным трубкам, пропущенным в плитах прессформ. На концы этих труб напаяются либо навинчиваются наконечники, с которыми соединяются подводящие и отводящие воду резиновые шланги. Во время отливки медных сплавов прессформы должны охлаждаться наиболее интенсивно, причем необходимо прекращать охлаждение в случае перерыва в работе.

Охлаждать прессформы во время работы и регулировать их температуру можно также путем обдувания стней холодного воздуха, сжатого до 4—6 ат. Этот способ за последние годы нашел преимущественное применение за границей и на наших заводах. Для такого охлаждения применяются обдувные краны пистолетного типа, которыми каждый раз после запрессовки металла в прессформу обдувается плоскость разъема, все поверхности полости прессформы и стержней. Одновременно с охлаждением прессформы продувкой удаляются частички металла, остающиеся в прессформе после того, как бывает вынута отлитая деталь. Таким образом продувка дает возможность одновременно очищать и охлаждать форму. Поэтому при отливке деталей из цинковых, алюминиевых и магниевых сплавов прессформы охлаждаются водой редко, и водяное охлаждение применяется преимущественно при отливке медных сплавов. Очистка же форм и в этом случае производится обычно сжатым воздухом.

Применение смазок. Известно, какой помехой при литье под давлением является прилипание расплавленного металла к поверхности прессформы. Довольно часто очистка формы от налипшего металла занимает гораздо больше времени, чем самая отливка деталей.

Чтобы металл, заполняющий форму под высоким давлением и с большей скоростью, не приваривался к форме, а также чтобы уменьшить скорость теплоотдачи запрессовываемого металла и предохранить этим прессформу от чрезмерных термических напряжений, применяются различные смазывающие смеси. В зависимости от применяемого сплава смазка наносится главным образом на те места, к которым больше всего приваривается расплавленный металл, либо же смазывается вся внутренняя рабочая поверхность прессформы. При литье алюминиевых сплавов до настоящего времени пользовались смазкой из машинного масла с графитом либо смесью равных частей вазелина или сала, воска и графита или сосновой сажи. Хорошие результаты в борьбе с налипанием металла дает мазут, но он очень загрязняет машину, а отлитые детали получаются с нечистой, черной поверхностью.

Обильное применение описанных смазок увеличивает брак деталей из-за пористости и графитовых включений, а кроме того, не вполне предотвращает приваривание металла к форме. Описанные ниже новые смазки, применяемые одной из зарубежных фирм, дают возможность почти совершенно избавиться от налипания.

Очень хорошо предохраняет рабочую поверхность прессформы от прилипания металла чистый, натуральный пчелиный воск, который пригоден при отливке почти всех сплавов, как-то: силумина, электрола, цинка и латуни. Воск наносится на прессформу следующим способом. Шарики воска диам. 3—4 мм, насаженные на острие деревянного штифта (рис. 3), вносятся внутрь прессформы. Воск, расплавившись от соприкосновения с горячими стенками формы, разбрызгивается струей сжатого воздуха и образует тончайший слой на смазываемой поверхности. Затем прессформа закрывается и производится запрессовка металла. Во время войны фирме пришлось пользоваться всевозможными заменителями пчелиного воска, но они не давали требуемого результата.

Другим смазочным веществом при литье под давлением является густая черная паста, выпускаемая под названием «антилова»; она показана на рис. 3 справа и имеет вид палочек диам. 18—20 мм и длиной 100—120 мм. Эта смазка в большом количестве применялась во время войны и применяется в настоящее время. Ею пользуются главным образом для покрытия стержней. На внутреннюю поверхность прессформы она наносится подобно восковым шарикам. Пастой «антилова» можно смазывать форму также посредством малого помазка; для этого необходимо подогреть предварительно некоторое количество смазки в металлическом сосуде до кашеобразного состояния. Паста «антилова» состоит из 20% минерального масла, 30% стеарина, 39% пчелиного воска, 10% парафина и около 1% графита.

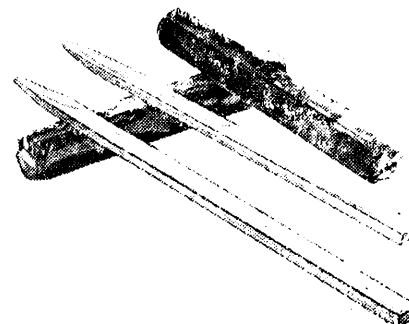


Рис. 3. Деревянные штифты для нанесения воска; черные палочки — паста «антилова»

«Антилова» прочно прилипает к деталям полости формы и в результате частого применения образует слой на стержнях и других поверхностях, оформляющих отливаемую деталь. От этого размеры отливаемых деталей могут получаться неодинаковыми. Поэтому, каждый раз, сняв прессформу с машины, необходимо тщательно очищать ее от оставшейся смазки. Обычно для этого детали прессформы, покрывавшиеся пастой, прокаливают на газовой горелке либо зачищают форму, когда она остынет. Особенностью данной пасты является ничтожное содержание в ней графита. По сравнению со смазками на графитовой основе, применявшимися ранее, «антилова» обладает рядом преимуществ. Эта паста применяется при отливке почти всех металлов и в редких случаях гидрокалия.

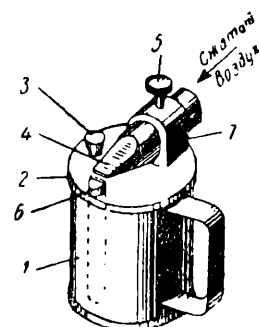


Рис. 4. Прибор для pulverизации раствора «Гидроколака»

Как известно, за последние годы для литья под давлением начал применяться новый сплав на алюминиевой основе, так называемый гидроналий, содержащий 9% Mg; 1% Si; 0,5% Mn и остальное Al. Гидроналий прекрасно обрабатывается, после обработки дает чистую зеркальную поверхность, отличается высокой механической прочностью и антикоррозионной стойкостью, особенно в отношении морской воды. Основным недостатком этого сплава является его плохая способность к литью. Кроме того, он слишком прилипает к прессформе. Чтобы предупредить прилипание гидрокалия, пользуются главным образом «гидроколаком» (Hydrokolak). Последний представляет собой серую кашеобразную массу, выпускаемую в стеклянных банках. Ее необходимо для употребления разводить десятью частями дистиллированной воды. Раствор «гидроколака» распыляется внутри прессформы и покрывает ее поверхности. Для этой цели пользуются обычным pulverизатором, который изображен на рис. 4. Эту операцию повторяют каждый раз после отливки 6—8 деталей. Данная смазка вполне отвечает всем требованиям и является, пожалуй, одним из лучших средств борьбы с прилипанием металла к прессформам. Только применение «гидроколака» дало возможность с успехом отливать из гидроналия под давлением самые сложные детали.

Пульверизатор состоит из жестяного резервуара 1, закрытого крышкой 2 с отверстием 3, сквозь которое резервуар наполняется жидкой

смазкой. На крышке укреплен держатель 7 с конической трубкой 4 и стопорным винтом 5, а также сифонная трубка 6, подающая жидкость из резервуара. Кран для сжатого воздуха вставляется в отверстие держателя и конусной трубки и зажимается стопорным винтом. Воздух, выходящий из конусной трубки, захватывает частицы жидкости из трубки 6 и распыляет смазку по поверхности прессформы.

«Гидроколак» успешно применяется при отливке тонкостенных деталей не только из гидроналия, но и электрона, силумина, латуни и цинка, а также деталей с большой протяженностью пути металла, отливая которые необходимо уменьшить трение металла о стенки прессформы. Состав «гидроколака» следующий: 25% коллоидального графита; 20% Нб-136 (минерального масла, растворимого в воде); 5% эмульфора О (стабилизатора, служащего заменителем воска); 50% воды.

Обильное пользование «гидроколаком» может, однако, повлечь закупоривание всех вентиляционных каналов, вследствие чего увеличится брак, вызываемый воздушными включениями. Поэтому необходимо тщательно следить, чтобы при покрывании форм «гидроколаком» оставались открытыми отверстия и каналы, вентилирующие форму. Кроме того, присутствие чересчур толстого слоя «гидроколака» на поверхностях прессформы придает отливаемым деталям серый оттенок; его легко уничтожить обмывкой деталей в трихлоровой ванне.

«Гидроколак» применяется главным образом для покрытия поверхностей, оформляющих наружные контуры детали; для смазки же частей формы, соприкасающихся с внутренними поверхностями отливаемых деталей, пользуются «антиловой». Когда при отливке электрона нужно получить максимально чистую поверхность деталей, хорошей смазкой является воск.

Некоторые детали могут потребовать при отливке смазки различных мест полости прессформы «гидроколаком», «антиловой» и воском. В этом случае следует подобрать путем испытаний наиболее подходящие для данной детали смазки и указать их в карте технологического процесса.

Детали камеры сжатия в машинах для литья под давлением ф. Полак, как-то: литниковый стакан, верхний и нижний поршни, смазываются графито-масляной смазкой. Для нанесения последней опускают помазок в сосуд с компрессорным маслом, обмакивают его затем в сухой графит и смазывают трущиеся части камеры сжатия. В случае заедания нижнего поршня в камере сжатия хорошие результаты получаются от введения в камеру мелкого графитового порошка. Смазывание камеры необходимо повторять почти после каждой запрессовки.

Раздаточные электропечи. Черпание металла небольшими порциями при работе на гидравлических машинах с холодной камерой и продолжительное нахождение его в печи сопровождаются образованием окислов на поверхности сплава, в частности на алюминиевых сплавах. Al_2O_3 смешивался со сплавом во время зачерпывания его ложкой. Окись алюминия, обладающая большой твердостью, затрудняет последующую механическую обработку изделий и портит режущий инструмент. Кроме того, чтобы ложка не остывала и к ней вследствие этого не прилипал бы металл, ее, в промежутках между запрессовками, оставляют в тигле с расплавленным металлом. Между тем алюминий и его сплавы хорошо растворяют различные металлы, особенно жадно поглощает железо силумин. Присадка железа делает его строение крупнокристаллическим и сильно снижает крепость и вязкость сплава. Примесь железа в алюминиевых сплавах ухудшает их литейные и механические свойства; например, увеличение содержания железа с 1,1 до 2,0% понижает сопротивление удару на 68%. Ясно, какой вред наносит качеству деталей окисление металла и насыщение его железом.

Для предохранения металла от окисления и смешивания его со шлаком при зачерпывании применяют специальные защитные покровы. Желательно, чтобы раздаточные печи были поворотного типа. Если поворотная печь имеет обычный тигель, то в момент поворота последнего поверхность металла увеличивается, и защитный покров перестает закрывать ее полностью, отчего металл может покрыться окислом.

Представляют большой интерес электропечи (рис. 5), применяемые некоторыми фирмами для поддержания необходимой температуры металла. Они принадлежат к печам сопротивления. Корпус печи сварен или склепан из 2—3-мм железа и может поворачиваться на цапфах между двумя стойками при нажатии кнопки пускателя. При включении электромотора, находящегося на вертикальной станине печи, видно на рисунке, тросы наматываются на ролики и опрокидывают корпус печи в сторону передней стенки. Внутри корпус выложен специальными керамическими плитами, в пазах которых помещены нагревательные спирали. Керамические плиты уложены по дну корпуса с наклоном к центру, где имеется отверстие для стекания металла на случай прогорания тигля. Кроме того, в дне есть еще одно отверстие, служащее для установки термоизмерительного устройства. Сварная крышка из листовой стали, покрывающая тигель, внутри выложена огнеупорным кирпичом и поднимается посредством рукоятки. Тигель выполнен из литой стали и имеет полукруглое дно. Ось вращения тигля расположена у верхнего края передней стенки; контур дна и задней стенки имеют форму окружности, центр которой находится на оси вращения тигля. Печь снабжена автоматическим терморегулятором точностью до 5° . Таким образом возможно поддерживать заданную температуру металла, что исключительно важно при отливке под давлением высококачественных деталей.

Описанная печь пригодна для подогрева всех отливаемых под давлением сплавов, в том числе и электрона. Специальная конструкция тигля, показанного отдельно на рис. 6, дает возможность при любом повороте печи держать поверхность металла в тигле под защитным слоем, так как площадь поверхности остается при этом постоянной благодаря округлой форме тигля.

Литейная ложка. Металл подвергается окислению также во время перенесения из печи к камере сжатия машины. Чем меньше открытая поверхность металла в литейной ложке, тем меньше на ней образуется окислов. Поэтому следует пользоваться ложкой такой формы, чтобы подверженная окислению поверхность была как можно меньше. На

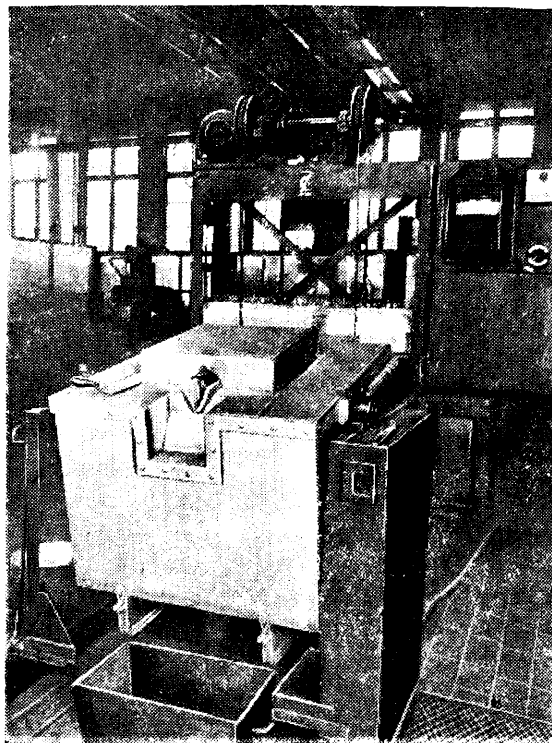


Рис. 5. Электроподогревательная печь для металла

рис. 7 показана форма литейной ложки, которую можно рекомендовать для применения в литье под давлением.

Малый диаметр «зева» ложки и большая ее высота уменьшают окисление металла с поверхности.

Газовые обогреватели для ложки. Для запрессовки и удаления готовой детали из прессформы и подготовки последней к последующему

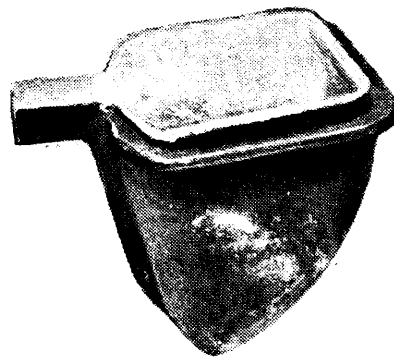


Рис. 6. Тигель электроподогревательной печи

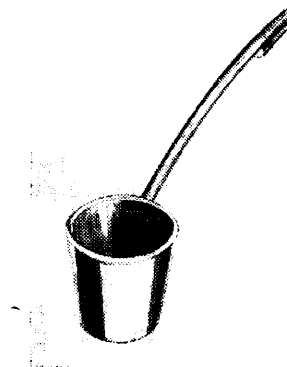


Рис. 7. Ложка для заливки металла в прессформу

циклу разные формы требуют различного времени. Оно во многом зависит от сложности отливаемой детали, степени механизации прессформы, отливаемого сплава, количества гнезд в прессформе и других причин и в среднем составляет от 30 сек. до 2—3 мин. Понятно, что литейная ложка успеет за это время настолько остыть, что, будучи затем погружена в металл,

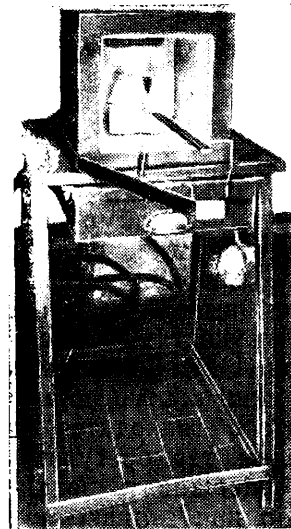


Рис. 8. Газовая печь для подогревания разливочной ложки

усиленно облипает последним и вокруг нее образуется металлическая корка. Чтобы этого не происходило, литейную ложку, пока ею не пользуются, помещают обычно в расплавленный металл. Выше было уже сказано, сколь вредно для сплава держать ложку в тигле раздаточной печи. Поэтому, применяя поворотные раздаточные печи, необходимо пользоваться специальными электрическими или газовыми обогревателями литейных ложек. Такой газовый обогреватель показан на рис. 8; он устанавливается рядом с подогревательной раздаточной печью. Корпус обогревателя сварен из листовой стали, выложен изнутри керамическими плитами или огнеупорным кирпичом. В задней стенке обогревателя находится отверстие для трубы газопровода, укрепленной снаружи посредством специальной стойки. Газовая горелка представляет собой кольцеобразно изогнутую трубу, расположенную в месте литейной ложки и закрепленную у верхней задней стенки обогревателя.

Таким образом отверстия для газа находятся сверху и соответственно направляется пламя. Газ и воздух подводят к обогревателю резиновым шлангом. Для поддержания подогреваемой литейной ложки в необходимом положении служит железная рамка. Обогреватель установлен на сварном столике из углового железа и может быть легко перенесен в нужное место.

Новости сварочной техники за рубежом

(Обзор по иностранной литературе)

Канд. техн. наук А. С. ГЕЛЬМАН

В США и Канаде начали применять цельносварные паровозные котлы [1, 2]. Первый такой котел, построенный в виде опыта в 1938 г. для Гудзонской ж. д. (США), успешно эксплуатируется более 8 лет. В настоящее время два цельносварных котла построены для Канады и около 20 котлов изготавливаются для железных дорог США.

Котлы, построенные для Канадской Тихоокеанской ж. д., имеют следующие параметры: давление пара около 17 ат; коэффициент прочности шва 0,9; запас прочности 5; барабан состоит из трех обечаек, сваренных встык; дымовая коробка прикреплена к барабану; стык барабана с топкой — сварной. Материал котла — углеродистая сталь марки ASTM-201-A; внутренние части топки изготовлены из мягкой топочной стали. Большинство стыковых швов на барабане, и продольных, и кольцевых, выполнены автоматической сваркой с двух сторон. При сборке таких швов допуск на зазор установлен в +0,4 мм. В связи с этим кромки кольцевого стыка, обработанные предварительно на кромкострогальном станке, после сварки продольного стыка обечайки торцуются на специальном шлифовальном станке (рис. 1). Вся автоматическая сварка производится небольшими переносными «тракторами». Для вращения отдельных узлов и всего собранного котла используется роликовая опора с моторным приводом (рис. 2); при этом к концу котла, обращенному к топке, крепится специальный диск, также вращающийся на опоре. На рис. 3 показана автоматическая сварка кольцевого шва между первой и второй обечайками; торец обечайки укреплен в особом жестком кольце. Изнутри кольцевые и продольные швы свариваются «трактором».

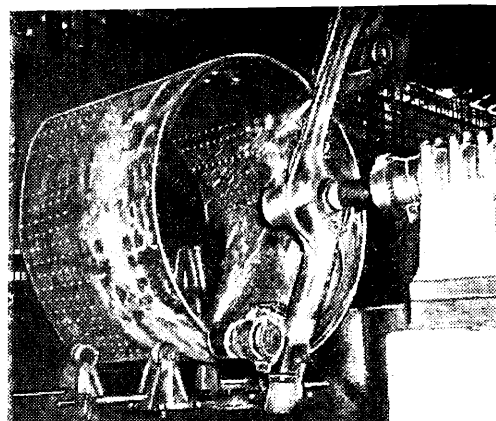


Рис. 1. Шлифование кромки листа под автоматическую сварку перед сборкой котла

Все основные швы просвечивались рентгеновскими лучами посредством передвижной установки на специальной тележке. После сварки котел подвергался высокому отпуску при 635° в печи с подвижным подом; при этом температура подни-

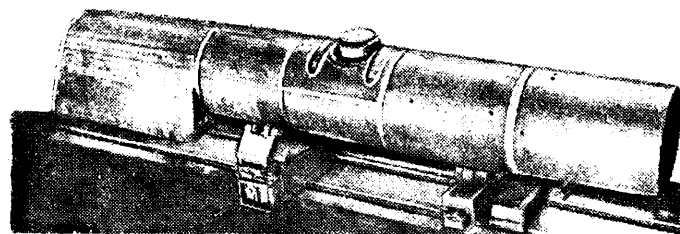


Рис. 2. Котел, установленный на роликовой опоре для автоматической сварки

жалась каждый час примерно на 55° и поддерживалась на максимальном уровне 2,5 часа; охлаждение до 100° проходило с такой же скоростью, а в дальнейшем шло на воздухе. После термической обработки котел подвергался испытанию гидравлическим давлением около 25 ат, причем обстукивались все швы в элементах, не укрепленных связями. В заключение котел проходил нормальные горячие испытания.

Предполагается, что котлы, изготовленные сварным способом, будут иметь следующие преимущества перед обычными: 1) отсутствие трещин вследствие интер-

кристаллической коррозии, вызываемой концентрацией напряжений вблизи заклепочных отверстий и негерметичностью заклепок; 2) увеличение коэффициента прочности сварных швов по сравнению с заклепочными; 3) уменьшение веса котла на 1400—2800 кг; 4) отсутствие старения наклепанных элементов котла в связи с тем, что сварной котел подвергается высокому отпуску; 5) уменьшение концентрации напряжений; 6) облегчение крепления вспомогательных элементов, а также упрощение промывки котла благодаря гладкости его поверхности.

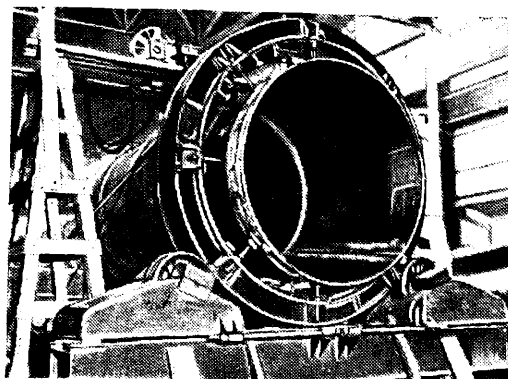


Рис. 3. Автоматическая сварка наружного шва между первой и второй обечайками котла

Вследствие небольшого объема производства стоимость сварных котлов пока значительно выше стоимости клепаных. Автоматическая сварка, выполняемая со скоростью 18—30 м/час, оказалась экономичнее по сравнению с ручной дуговой сваркой, несмотря на большие затраты труда при установке и выверке узлов перед сваркой и на большую сложность подготовки кромок.

Дж. Партингтон [1] считает, что увеличение первоначальных затрат на изготовление цельносварных паровозных котлов (которые должны сильно снизиться при серийном производстве) полностью компенсируется благодаря удешевлению эксплуатации и уменьшению времени, в течение которого паровоз со сварным котлом будет находиться в ремонте.

А. М. Унгером приводятся [3] данные относительно точечной сварки на заводе Пульман-Стандарт Ко цельнометаллических вагонов, серийный выпуск которых возобновлен в США после войны. Основными операциями при точечной сварке кузова являются: а) сварка крыши, б) приварка гофрированных листов жесткости к основ-

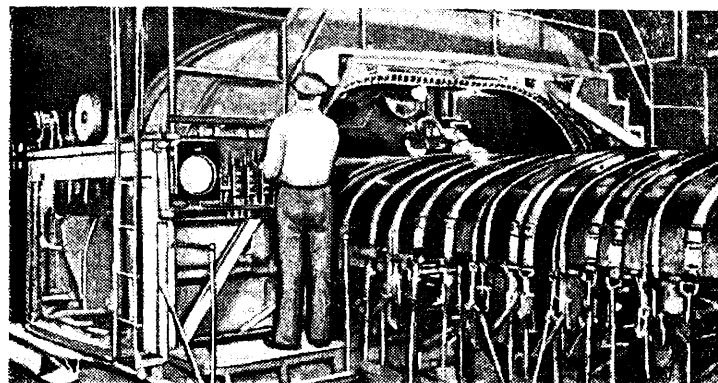


Рис. 4. Портальная машина для сварки листов крыши вагона с дугами

ным, гладким листам обшивки боковин и в) приварка штампованных элементов каркаса к боковинам. Все производственные процессы и управление сваркой вагона автоматизированы.

Листовая обшивка крыши сваривается с Г-образными дугами посредством портальной машины, которая перемещается вдоль крыши, собранной в кондукторе, имеющем длину вагона. Листы обшивки, ширина которых равна расстоянию между дугами, укладываются на кондуктор и плотно прижимаются к нему стяжными лентами (рис. 4). Сварка выполняется с помощью двух роликов (рис. 5), свободно вращающихся при перемещении каретки (рис. 6). Сварочный ток включается специальным прерывателем периодически, в результате чего образуется ряд точек с заданным шагом. Продолжительность сварки каждой точки на среднем участке крыши, имеющем большой радиус кривизны, должна быть несколько большей, чем сварки на боковых участках, где линия соприкосновения ролика с листом очень мала, в связи с чем повышается плотность тока и точка нагревается интенсивнее. Для соблюдения требуемой скорости тележки, несущей сварочные ролики, она приводится

в движение мотором постоянного тока, питающимся от специального мотор-генератора. В цепь возбуждения генератора включен реостат, автоматически регулируемый пальцем, укрепленным на тележке машины и скользящим по специальной изогнутой рейке. Очертание рейки подобрано так, чтобы скорость перемещения сварочных роликов на отдельных участках находилась в заданных пределах.

Сварка боковин производится в две операции. Сначала на подвижном столе

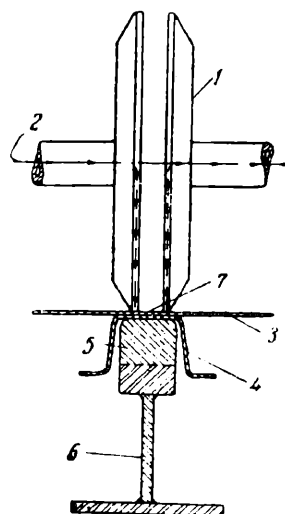


Рис. 5. Схема сварки листов крыши.

1 — ролик; 2 — ось ролика, подводящая ток; 3 — лист крыши; 4 — дуга; 5 — медная подкладка; 6 — стальной несущий элемент кондуктора; 7 — хлопчатобумажный шнур в стыке между листами кровли, служащий для предотвращения шунтирования тока через стык

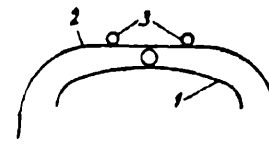


Рис. 6. Схема движения сварочного ролика.

1 — направление движения ролика; 2 — направляющая каретки; 3 — ролик

сварки расположенных под порталом машины точек. После этого возобновляется продольное перемещение стола и продолжается, пока новое открытое отверстие не станет над фотоэлементом; стол вновь останавливается, и весь цикл повторяется. Второй ряд отверстий служит для управления посредством самостоятельного фотоэлемента подъемом всех электродов на высоту, достаточную для прохода их над элементами каркаса, установленными и прихваченными при сборке к боковине. Изменяя положение открытых отверстий, можно изменять шаг. На кондукторе одновременно можно собирать одну и сваривать вторую боковины. Приварка гофрированных листов обеспечивает минимальные деформации при сварке и значительную жесткость конструкции в эксплуатации.

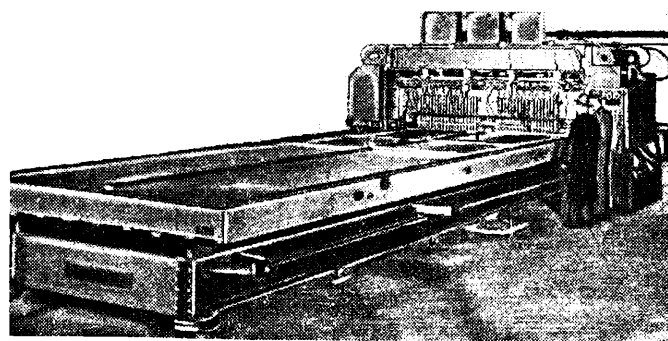


Рис. 7. Многоточечная машина для сварки гофрированных листов жесткости с обшивкой

Для приварки каркаса к обшивке боковину устанавливают вертикально. Приварка выполняется двухточечной машиной (рис. 8), перемещающейся вдоль неподвижной боковины. Головка этой машины ходит в вертикальных направляющих.

Управление циклом у всех трех описанных машин — электронное; оно заключается в следующем: а) соблюдении установленной последовательности операций по сварке; б) автоматическом размещении точек; в) установлении продолжительности протекания тока при сварке каждой точки; г) прерывании сварочного тока; д) поддержании силы сварочного тока на постоянном уровне. Постоянство силы тока надежно обеспечивает стабильные результаты сварки.

Сварка находит широкое применение в конструкциях реактивных двигателей и газовых турбин.

Интересное конструктивно-технологическое решение ротора газовой турбины описано Дж. Канингемом [4]. Сечение ротора, изготовленного из жаростойкого сплава, состав которого не указан, приведено на рис. 9. Невозможность отливки и затрудненностьковки крупных деталей из данного сплава вызвали необходимость перейти на сварку. В конструкции были приняты такой метод облоачивания дисков, при котором их сварка должна была выполняться после крепления лопаток. В связи с этим деформации при сварке должны были быть минимальными, поскольку устранение их после сварки правкой или механической обработкой было невозможно. Специальными опытами был установлен тип соединения дисков и порядок сварки, обеспечивавшие общую усадку ротора на каждый шов в пределах 0,06 мм и отсутствие заметного коробления дисков. Для уменьшения усадки швов в каждом диске были сделаны две кольцевых выточки (рис. 10), чтобы придать некоторую гибкость свариваемым кромкам и создать «барьер» для теплового потока, распространяющегося от стыка, поскольку уменьшение зоны интенсивного разогрева уменьшает усадку. Общий предварительный нагрев ротора до 400° не снижал деформации, вызываемые сваркой.

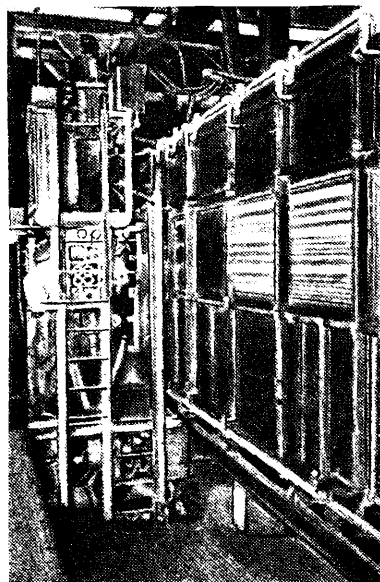


Рис. 8. Вертикальная машина для приваривания каркаса к обшивке

патки и другие обработанные поверхности от брызг металла. Затем устанавливался контрольный индикатор для наблюдения за деформациями, и начиналась сварка. Для уменьшения усадки сварка каждого шва проводилась в три прохода небольшими участками, расположенными диаметрально-противоположно. Расстояние в свету меж-

Ротор собирался в вертикальном положении в специальном приспособлении. После установки левого отрезка полого вала на него насаживался первый диск, нагретый в воде до 100°; сверху собранные детали сдавливались вертикальным штоком (рис. 11). По окончании сборки ротора диски прихватывались между собой четырьмя прихватками, после чего ротор устанавливался горизонтально на подшипниках и связывался гибкой передачей с моторным приводом, снабженным бесступенчатой коробкой скоростей. Между дисками устанавливались щитки, защищающие лопатки

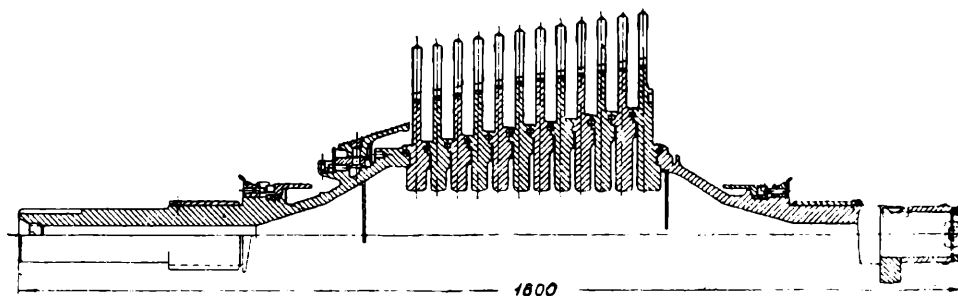


Рис. 9. Сечение сварного ротора газовой турбины

ду соседними дисками составляло 22 мм, а после установки защитных щитков уменьшалось до 12,6 мм; шов проходил на расстоянии около 150 мм от наружной поверхности дисков. Все это затрудняло сварку, в связи с чем она велась током относительно большой силы, а именно: 150 а при электродах диам. 3,12 мм и 180 а при электродах в 4 мм, без поперечного движения электрода. Концы последнего при этом все время касались свариваемых кромок. В связи с наложением швов на небольших участках высоколегированные электроды при значительной плотности тока не перегревались чрезмерно.

Один из видных американских специалистов по сварке, Дж. Оуэнс, опубликовал статью «Эволюция конструкции и методов изготовления сварных блоков двигателей Дизеля» [5], содержащую некоторые интересные данные по этому вопросу. Основными факторами прогресса в области технологии сварки блоков двигателей Оуэнс считает следующие: 1) предварительную опытную сварку образцов перед серийной сваркой для определения усадочных деформаций; 2) пользование тщательно обработанными сборочными плитами и сборочными приспособлениями, в случае необходимости имеющими припуски на усадку свариваемого узла; 3) машинную газовую резку,

не требующую дополнительной обработки кромок; 4) шлифование собираемых деталей тогда лишь, когда это специально предусмотрено чертежами; 5) применение временных стяжек, распорок и т. п. для сохранения неизменности формы деталей и узлов во время газовой резки и сварки; 6) применение магнитной дефектоскопии (на постоянном и переменном токе) для обнаружения поверхностных и внутренних дефектов; 7) пескоструйную обработку поверхности всех сварных швов, подвергающихся магнитной дефектоскопии; 8) систематически межоперационный и окончательный контроль сборки и сварки блоков.

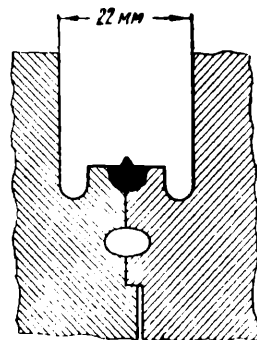


Рис. 10. Деталь сварного соединения дисков

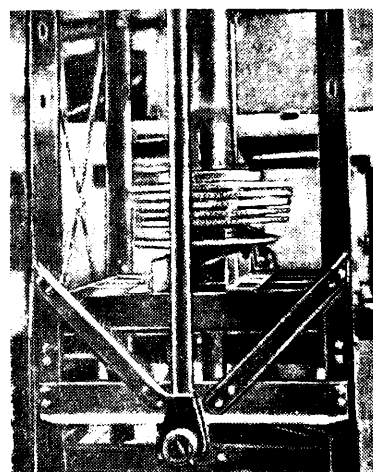


Рис. 11. Сжатие штоком собранных дисков ротора после горячей посадки пятого диска

Оуэнс часто наблюдал появление мелких трещин, и до, и после термической обработки (высокого отпуса) блока, а потому подчеркивает необходимость двукратного контроля швов. Испытание блока на герметичность также обязательно, несмотря на трудность заглушения механически необработанных отверстий. Проникновение воды в масло в случае негерметичности блока может ухудшить эксплуатационные качества двигателя. В области конструирования Оуэнс считает необходимым: а) обеспечивать припуски на усадку при сварке; б) по возможности не проваривать паки сквозь соединяемых элементов и, наконец, в) применять очень жесткие конструкции, чтобы деформации при сварке были минимальными. Трещины, появляющиеся во время сварки, а частью после термической обработки таких конструкций, надо обнаруживать магнитной дефектоскопией и внешним осмотром и устранять; собственные напряжения должны быть сняты путем термической обработки. Оуэнс обращает особое внимание на то, что обнаружение и полное удаление надрывов и трещин в элементах конструкции, испытывающих циклические напряжения, или элементах, от которых требуется герметичность, — значительно существеннее для надежной эксплуатации машины, чем геометрическая форма элементов конструкции или технические условия на применяемую сталь. С последним положением Оуэнса нельзя согласиться полностью, так как надлежащий выбор марки стали и электродов может значительно сократить, а то и вовсе предотвратить образование трещин и надрывов.

На рис. 12 показана секция блока, подготовленная к испытанию на разрывной машине.

Разработка новых и усовершенствование существующих методов контроля качества сварных соединений по-прежнему остаются на первом месте в периодической литературе по сварке. О. Карнеггер [6] освещает особенности сварки и ее контроля при изготовлении толстостенных сосудов и котлов на заводах «Бабкок и Вилькокс» (США). Чувствительность рентгенографии при современной фотопленке достигает 0,5%. Рентгеновскими аппаратами в 1 и 2 млн. в часто обнаруживают в сварных соединениях толстых листов трещины и другие дефекты, связанные с сегрегацией сернистых включений в основном металле

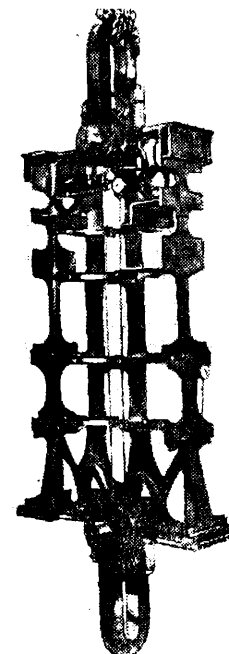


Рис. 12. Секция блока дизеля, подготовленная к испытанию на разрывной машине, с тензометром для определения деформаций

(особенно при использовании кипящей стали). В связи с этим искивались методы предварительного контроля листов для определения степени сегрегации сернистых включений. В этом отношении надежные результаты дало использование ультразвука. Принцип этого испытания поясняется рис. 13.

Кристалл кварца прижимается к поверхности исследуемого металлического предмета. К кристаллу весьма короткими импульсами подводится переменный ток частотой от 1 до 10 млн. гц. Вследствие пьезоэлектрического эффекта кристалл под влиянием переменного электрического поля периодически изменяет свои размеры, вызывая звуковые колебания высокой частоты. Эти колебания, распространяясь параллельным пучком перпендикулярно поверхности испытываемой детали и отражаясь от ее нижней поверхности, возвращаются к кристаллу. Отраженные колебания также передаются кристаллу и ввиду обратимости пьезоэлектрического эффекта вызывают электрические колебания. В случае присутствия в теле металлической детали дефектов, отражающих ультра-звуковые колебания, последние возвращаются в кристалл скорее.

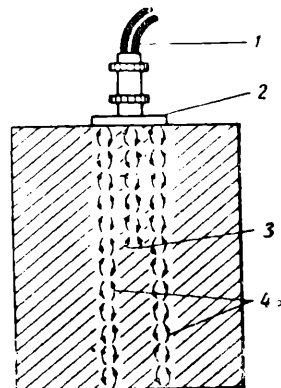


Рис. 13. Схема испытания ультразвуком.

1 — электрический кабель;
2 — кварцевый кристалл;
3 — дефект внутри металлического предмета; 4 — отраженные ультразвуковые колебания

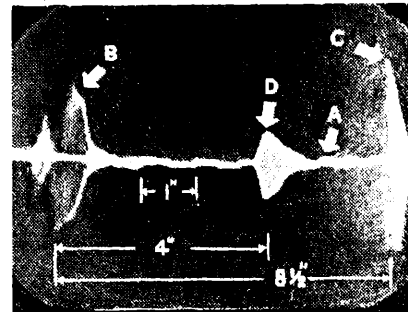


Рис. 14. Диаграмма, полученная при ультразвуковом испытании

Диаграмма электрических напряжений, снятая с кварцевого кристалла при помощи катодного осциллографа, являющегося частью установки для испытания ультразвуком, показана на рис. 14. Испытывалась плита толщиной около 20 см. Первый импульс колебаний зафиксирован в точке B; в точке C отмечены колебания, отраженные от нижней стороны плиты; в точке D прибором записаны колебания от внутреннего порока плиты. Расстояние последнего от поверхности легко определяется по средней линии A диаграммы, переломы на которой создаются специальным метчиком времени.

Основные выводы Карпентера таковы. Наиболее нежелательными при сварке сосудов в настоящее время являются дефекты, связанные с сегрегацией сернистых включений в основном металле (поры, непровары и т. п. при современном состоянии сварочной техники при изготовлении котлов встречаются редко). Листы стали толщиной более 32 мм возможно удовлетворительно испытывать ультразвуковым дефектоскопом для установления степени сегрегации, недопустимой при сварке.

Мак-Мастер [7, 8, 9, 10 и 11] с сотрудниками провел ряд исследований по рентгеноконтролю качества сварной точки. Исследования показали применимость этого метода к алюминиевым сплавам, содержащим медь, типа дуралюмина. При сварке таких сплавов рентгенограммы позволяют установить наиболее опасный дефект — непровар. Полный провар отражается на рентгено снимке узким светлым кольцом, расположенным вокруг более темного ядра точки. Это кольцо вызывается образованием при расплавлении ядра эвтектики $Al-CuAl_2$, которая, кристаллизуясь в последнюю очередь, выдавливается из ядра в окружающую зону и, обогащая эту зону медью, повышает поглощение ею рентгеновских лучей. Мак-Мастер доказал существование хорошей корреляции между рентгенограммами, макрофотографиями сечения сварных точек и механическими характеристиками точечных соединений.

Значительный интерес в области сварочного металловедения представляет исследование процессов графитизации молибденовой стали в трубах котельных агрегатов высокого давления. Этому вопросу за последнее время посвящен ряд статей [12, 13, 14, 15 и 16]. Совместный доклад Хойта, Вильямса и Холла [13] о графитизации содержит следующие основные выводы.

1. Раскисление стали путем добавки в ковш от 680 до 910 г алюминия на тонну углеродистой или молибденовой стали заметно повышает образование структурно-

свободного графита при температурах эксплуатации трубопроводов. Цепочки графитовых включений катастрофически понижают прочность трубы. При добавлении в ковш до 225 г алюминия на тонну стали или раскислении стали кремнием графитизация сравнительно невелика.

2. Увеличение содержания углерода, особенно в свободной форме, увеличивает наклонность стали к графитизации. Молибден несколько задерживает этот процесс. Хром, добавленный в количестве от 0,25%, образуя с углеродом карбиды более стойкие, чем Fe_3C , сильно понижает графитизацию сталей, даже раскисленных добавлением в ковш 900 г алюминия на тонну стали.

3. Наиболее опасные скопления карбидов в виде цепочек образуются в участках термического воздействия сварки, где температура несколько превышает точку A_{c1} . Типичный пример такого «изотермного» размещения графита приведен на рис. 15. Обычный высокий отпуск стыков при $650\text{—}700^\circ$ задерживает графитизацию, но не предотвращает ее. Нормализация при $900\text{—}930^\circ$ может применяться для «лечения» стальных стыков в случае наклонности металла к графитизации. Однако насколько эффективна такая термообработка, — не установлено.



Рис. 15. Графитизация в стыке труб

Эмерсон и Морроу [16] обнаружили также интенсивную графитизацию раскисленной алюминием стали вдоль поверхностей скольжения при пластической деформации (рис. 16). Графитизация в этих местах дает авторам основание для создания теории, по которой «изотермные» выделения графита в зоне тер-



Рис. 16. Графитизация, сопровождающая пластическую деформацию стали

мического влияния сварки также являются результатом значительных напряжений, в данном случае внутрикристаллических, возникающих на границе основного металла и металла, претерпевающего во время сварки структурные превращения.

Новый метод газовой резки, так называемая порошковая резка, описан Флемингом [17]. Метод этот состоит во вдувании в струю режущего кислорода мелко измельченного порошка с большим содержанием железа. Сгорая в кислороде, этот порошок создает высокую температуру режущей струи и одновременно служит флюсом, раскисляющим тугоплавкие окислы, образующиеся обычно при газовой резке таких материалов, как нержавеющая сталь. Резка последней этим способом по сведениям Флеминга возможна с такой же скоростью, как обычная резка малоуглеродистой стали, но несколько увеличивает расход горючих газов. Качество поверхности при «порошковой» резке вполне удовлетворительное. Для подачи порошка в резак, имеющий специальную конструкцию, служит дополнительный шланг, соединяемый с бачком питателя. Этот же метод применялся для резки чугуна и высоколегированных сплавов, используемых для реактивных двигателей. Резка листов нержавеющей стали толщиной 25 мм характеризуется следующими показателями: наконечник резака № 6; давление кислорода — около 3 ат; расход порошка — приблизительно 8 кг/час; скорость резки — 16 м/час. Метод «порошковой» резки разработан фирмой Линде. За последние полгода в «The Welding Journal» опубликован ряд статей о сварке конструкционных легированных сталей; в этих статьях освещаются вопросы применения так называемых «известково-ферритных» (lime ferritic) электродов и некоторые, связанные с применением этих электродов, проблемы. Покрытие «известково-ферритных» электродов [18] состоит главным образом из углекислого кальция, плавикового шпата, легирующих, стабилизирующих и вяжущих компонентов¹. В покрытиях нет легко восстанавливающихся окислов, органических веществ, а также веществ, содержащих свободную или кристаллизационную воду.

¹ Этому типу соответствуют разработанные около 10 лет назад в СССР и широко внедренные в практику электроды УОНИ-13.

Матиас и Бонк [18] отмечают следующие преимущества «известково-ферритных» электродов: 1) способность одинаково хорошо сваривать кипящие и спокойные малоуглеродистые стали без образования свищей и пор; 2) возможность вводить в покрытие такие легирующие раскислители, как Si, Mn, Cr или Va без заметного изменения поведения электродов при сварке; 3) способность сваривать специальные стали, хорошо обрабатываемые резанием, без поверхностных и внутренних пор и без образования трещин, и 4) способность сваривать стали, подверженные интенсивной воздушной закалке, без образования трещин под наплавленным валиком. Исследования Матиаса и Бонка показали, что переход от пластичного к хрупкому разрушению образцов, наплавленных «известково-ферритными» электродами, при испытании на удар наблюдается при -30° (сварное соединение хорошо работает при низких температурах).

Исследованию образования холодных трещин в зоне термического влияния посвящена статья Волдрича [19]. По его мнению, появление таких трещин связано с: 1) содержанием водорода, 2) скоростью нагрева и охлаждения, 3) химическим составом и структурой стали, 4) напряженным состоянием. О влиянии водорода на свариваемость сталей говорится также в работе Херреса и Вудворта [20]*. По Волдричу влияние водорода состоит в следующем. Содержащийся в газах, окружающих

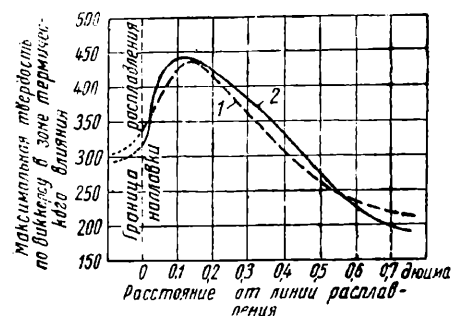


Рис. 17. Твердость вблизи наплавки и относительная чувствительность к образованию холодных трещин.

1 — горячекатаная сталь с содержанием 0,19% C; 1,38% Mn, имеющая 65% трещин; 2 — та же сталь, прошедшая предварительную гомогенизацию, — 1% трещин

шее количество водорода даже из бедной водородом газовой среды, однако он плохо отдает водород зоне влияния или же возможно вновь поглощает водород из этой зоны при переходе последней в процессе охлаждения из аустенита в феррит. Необходимо применять замедленное охлаждение, чтобы предотвратить образование мартенсита в зоне влияния; такое охлаждение должно способствовать также более равномерному распределению поглощенного водорода в результате его диффузии. При большом содержании в стали легирующих элементов чувствительность к образованию холодных трещин можно значительно уменьшить, подвергнув сталь предварительной термической обработке, обеспечивающей равномерное распределение легирующих элементов в металле, а также состояние и форму карбидов, повышающие температуру мартенситового превращения, т. е. уменьшающие закаливаемость стали. Последнее видно из рис. 17 [18]; приведенная на нем диаграмма показывает, что одна и та же сталь, не подвергшаяся термической обработке или же прошедшая гомогенизационный отжиг, образует совершенно различное количество холодных трещин, несмотря на одинаковую в обоих случаях твердость в зоне термического влияния: горячекатаная сталь, имеющая твердость $210 H_V$, в зоне термического влияния приобрела твердость $430 H_V$; гомогенизированная сталь показала соответственно 190 и $440 H_V$. Несмотря на такое резкое повышение твердости, как 250 ед. по Виккерсу, в гомогенизированной стали после сварки почти не образовывалось холодных трещин.

В связи с поисками электродных покрытий, обеспечивающих минимальное насыщение шва водородом, Малетт [21] произвел газовый анализ защитной атмосферы вольтовой дуги при сварке электродами с различными покрытиями, а именно электродами E6010, E6013, E6020 и с покрытиями известкового типа. Вопрос о поведении наплавленного и основного металла в зоне термического влияния в зависимости от содержания водорода разбирается также Херресом [22], Ролласоном [23], Хойтом, Симсом и Бантом [24] и Хопкинсом [25].

* Влияние водорода на поведение стали при сварке было установлено А. А. Ерохиным в его довоенных работах («Автогенное дело» № 5, 1947).

Содержательный обзор методов изучения свариваемости сталей (главным образом предложенных в США) и критическая их оценка даны в статье Лютера, Джексона и Хартбауера [26]. По их мнению, исследование свариваемости сталей, наилучшим показателем которой все еще остается степень пластичности металла в зоне термического влияния, может проводиться в трех основных направлениях: 1) для подбора новой или оценки заданной марки стали, 2) для выявления оптимальных технологических приемов сварки выбранной стали и 3) для определения температуры, при которой основной металл от пластичного переходит к хрупкому разрушению в зоне термического влияния, при определенной скорости нагружения и заданном напряженном состоянии. Авторы считают, что определение этой температуры может послужить для объяснения разрушений крупных конструкций в эксплуатации, поскольку очень часто испытания обычных стандартных образцов, вырезанных из узлов конструкции, потерпевшей аварию, свидетельствуют о вполне удовлетворительной свариваемости стали. К статье приложена библиография, содержащая более 50 названий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Partington I., Locomotive boilers welded construction, „The Welding Journal“, 1946, № 12.
2. Welded locomotive boilers are here to stay, „The Welding Engineer“, 1947, № 3.
3. Unger A. M., Quantity production of railroad passenger cars by resistance welding, „The Welding Journal“, 1946, № 10.
4. Cunningham I. F., Welded gas turbine rotors, „The Welding Journal“, 1946, № 3.
5. Owens I. W., The evolution of Diesel engine block weldment design and fabrication, „The Welding Journal“, 1947, № 3.
6. Carpenter O. R., Some results of advances in welding and radiography on the welding of pressure vessels, „The Welding Journal“, 1946, № 6.
7. McMaster R. C., The interpretation of radiographs of spot welds in alclad 24 S-T and 75 S-T aluminum alloys, „The Welding Journal“, 1946, № 8.
8. McMaster R. C. and Lindvall F. C., The radiography of spot welds in light alloy and ferrous sheet materials, „The Welding Journal“, 1946, № 9.
9. McMaster R. C., Lindvall F. C. and Guard L. P., Radiographs of spot welds in light alloy sheets of various gage and gage combinations, „The Welding Journal“, 1947, № 1.
10. McMaster R. C., Lindvall F. C. and Dial E., Classification and recording of spot-weld defects revealed by radiography, „The Welding Journal“, 1947, № 2.
11. McMaster R. C. and Grover H. I., Radiography and the fatigue strength of spot welds in aluminum alloys, „The Welding Journal“, 1947, № 3.
12. ASME, Symposium on graphitization of steel piping, 1945, sept.
13. Hoyt S. L., Williams R. D. and Hall A. M., Summary report on the joint E. E. I.—A. E. I. C. investigation of graphitization of piping, „The Welding Journal“, 1946, № 6.
14. Emerson R. W., Carbide instability of carbon-molibdenum steel piping, „The Welding Journal“, 1947, № 2.
15. Canter I. I., Studies on susceptibility of casting steels to graphitization, „The Welding Journal“, 1947, № 2.
16. Emerson R. W. and Morrow M., Further observations of graphitization in aluminum-killed carbon-molybdenum-steel steam piping, „The Welding Journal“, 1947, № 3.
17. Fleming D. H., Powder cutting and scarfing of oxidation-resistant materials, „The Welding Journal“, 1947, № 3.
18. Mathias D. L. and Bank A. P., Development and applications of lime-ferritic electrodes, „The Welding Journal“, 1947, № 3.
19. Voldrich C. B., Cold cracking in the heat-affected zone, „The Welding Journal“, 1947, № 3.
20. Herres S. A. and Woodward P. E., Welding of high-strength constructional steels with ferritic electrodes, „The Welding Journal“, 1946, № 10.
21. Mallett M. W., The water-gas reaction applied to welding-arc atmospheres, „The Welding Journal“, 1946, № 7.
22. Herres S. A., „Trans. A. S. M.“, 1944, p. 535.
23. Rollason E. C., „Trans. Institute of Welding“, 1944, № 2.
24. Hoyt S. L., Sims C. E. and Banta A. M., „Metals Technology“, 1945, № 4.
25. Hopkins G. L., „Trans. Institute of Welding“, 1944, № 2.
26. Luther G. G., Jackson C. E. and Hartbower C. E., A review and summary of weldability testing carbon and low-alloy steels, „The Welding Journal“, 1946, № 7.

Автомат для обрезки головок болтов

Станкостроительный завод Министерства авиационной промышленности изготовил и сдал в эксплуатацию автоматический пресс для обрезки цилиндрических заготовок болтов диам. 12×150 мм под квадрат или шестигранник, высаживаемых посредством двухударной холодной высадки (рис. 1).

На рис. 2 вверху изображена заготовка болта, полученная на двухударном холодновысадочном автомате, а внизу — болт с обрезанной шестигранной головкой и редуцированным стержнем. Обрезка граней и редуцирование стержнем происходят так: заготовка 1 (рис. 3), подаваемая поворотным питателем для обрезки, заталкивается

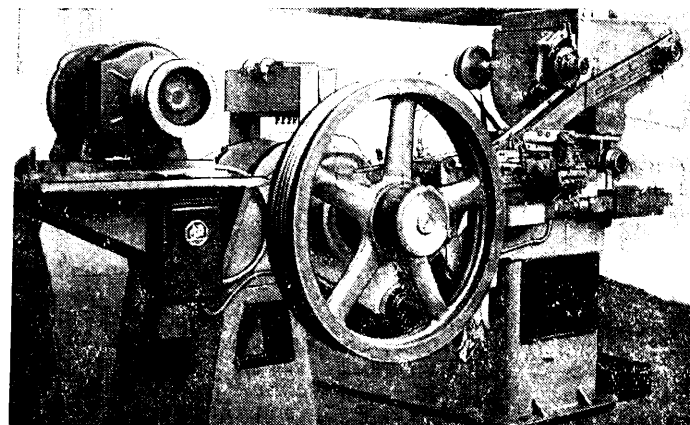


Рис. 1. Обрезной автомат диам. 12×150 мм

У накатываемых болтов одновременно с обрезкой можно производить также и редуцирование стержня, но оно возможно и у болтов, головки которых не подверга-

торцом подвижной матрицы 2 в гнездо неподвижной матрицы 3. Во время заталкивания стержень заготовки еще до обрезки граней проходит через фильер в

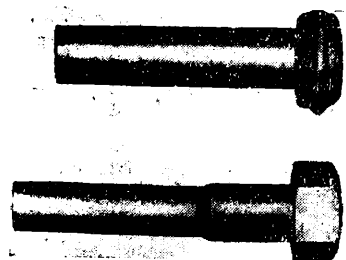


Рис. 2. Заготовка болта, полученная на двухударном холодновысадочном автомате (вверху) и болт после обрезки граней (внизу)

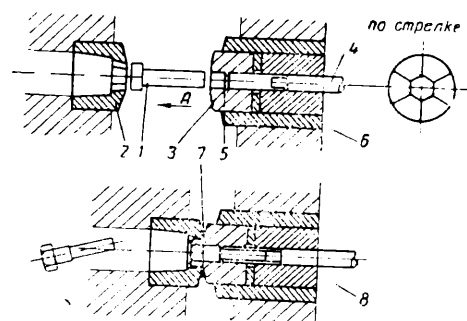


Рис. 3. Обрезка граней головки болта и редуцирование стержня.

1 — заготовка; 2 — подвижная матрица; 3 — гнездо неподвижной матрицы; 4 — выталкиватель; 5 — фильер; 6 — положение инструмента и заготовки в начале рабочего хода ползуна; 7 — заусенец; 8 — положение инструмента и заготовки в конце рабочего хода ползуна

ются обрезке по контуру. Обрезной автомат допускает также и повторную высадку. Для обрезки граней всех получистых болтов диам. до 20 мм рекомендуется пользоваться рядом обрезных автоматов

Размер обрезного автомата, мм	6	10	14	20
Диаметррезаемого изделия, мм	3; 6	8; 10	12 1/2; 14	16; 18; 20

матрице и редуцируется до размера, необходимого для накатывания резьбы. Грани обрезаются в конце рабочего хода ползуна, и когда торец подвижной матрицы подойдет к неподвижной матрице почти вплотную, заготовка выталкивается из

неподвижной матрицы сквозь шестигранное отверстие подвижной и отверстие в ползуне, падая в ящик для готовых изделий.

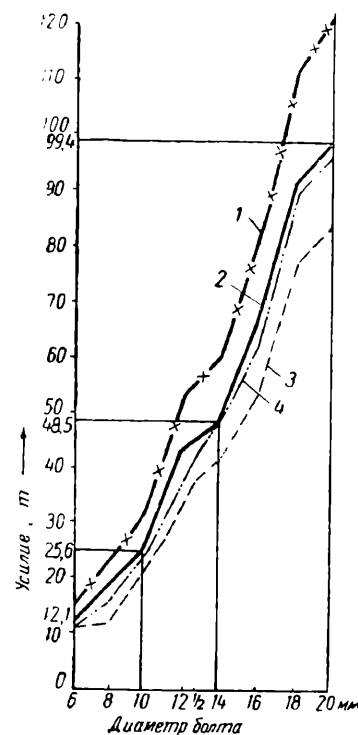


Рис. 4. Усилия обрезки болтов из Ст-45.
 $\sigma_b = 80 \text{ кг/мм}^2$; $\sigma_{ср} = 0,8 \sigma_b = 64 \text{ кг/мм}^2$.

1 — болты с квадратной большой головкой; 2 — полнотелые болты с нормальной шестигранной головкой; 3 — черные болты с шестигранной уменьшенной головкой; 4 — черные болты с квадратной уменьшенной головкой

Остающиеся после обрезки грани заусенцы срезаются при выталкивании и падают вниз в отдельный желоб.

Усилия обрезки для болтов диам. от 6 до 20 мм из Ст-45 графически представлены на рис. 4. Усилия редуцирования значительно ниже усилий обрезки, причем эти операции выполняются одновременно. Поэтому при расчете автомата на прочность следует руководствоваться только усилием обрезки.

Обрезные автоматы разделяются на кривошипные и коленорычажные. Последние применяются для того, чтобы ползун мог останавливаться на известное время, в момент, когда матрицы замыкаются и изделие выталкивается сквозь отверстия неподвижной матрицы и ползуна. Вследствие неподвижности ползуна обрезаемый заусенец при выталкивании болта, во-первых, остается зажатым между пуансоном и матрицей, благодаря чему заусенцы чище срезаются и отделяются от головки болта; во-вторых, создаются более спокойные условия для работы деталей выталкивающего механизма вследствие относительно небольших скоростей его звеньев. Коленорычажные механизмы применяются главным образом в обрезных автоматах диам. от 10 мм и выше.

Автоматы меньшего диаметра (до 6 мм) имеют обычно кривошипный механизм обрезки.

На обрезном автомате диам. 12×150 мм установлен бункер роторного типа. Корпус бункера может быть устанавливаем на различной высоте, что облегчает наладку его для подачи болтов. Для более длинных болтов бункер надо поднимать вверх, а для более коротких — опускать вниз, чтобы торец стержня заготовки находился на одном уровне независимо от длины заготовок.

Чертежи автомата были разработаны конструкторским бюро завода (гл. конструктор инж. Г. А. Казанцев).

Приемочными испытаниями автомата установлено, что он отвечает всем требованиям, предъявляемым к машинам данного вида.

Техническая характеристика

Условный максимальный ¹ диаметр обрезаемого болта . . .	12 мм
Максимальная длина болта	150 "
Минимальная длина болта	25 "
Производительность автомата (число изделий в минуту) . .	76 шт.
Потребляемая мощность	10 квт
Число оборотов электродвигателя	1000 об/мин}
Вес автомата	7000 кг

Усилие обрезки определяется по формуле

$$P = 0,8 \sigma_b A \cdot h,$$

где σ_b — предел прочности на разрыв;
 A — периметр обрезаемой головки;
 h — высота головки.

В настоящее время эти автоматы работают на автозаводе им. Сталина.

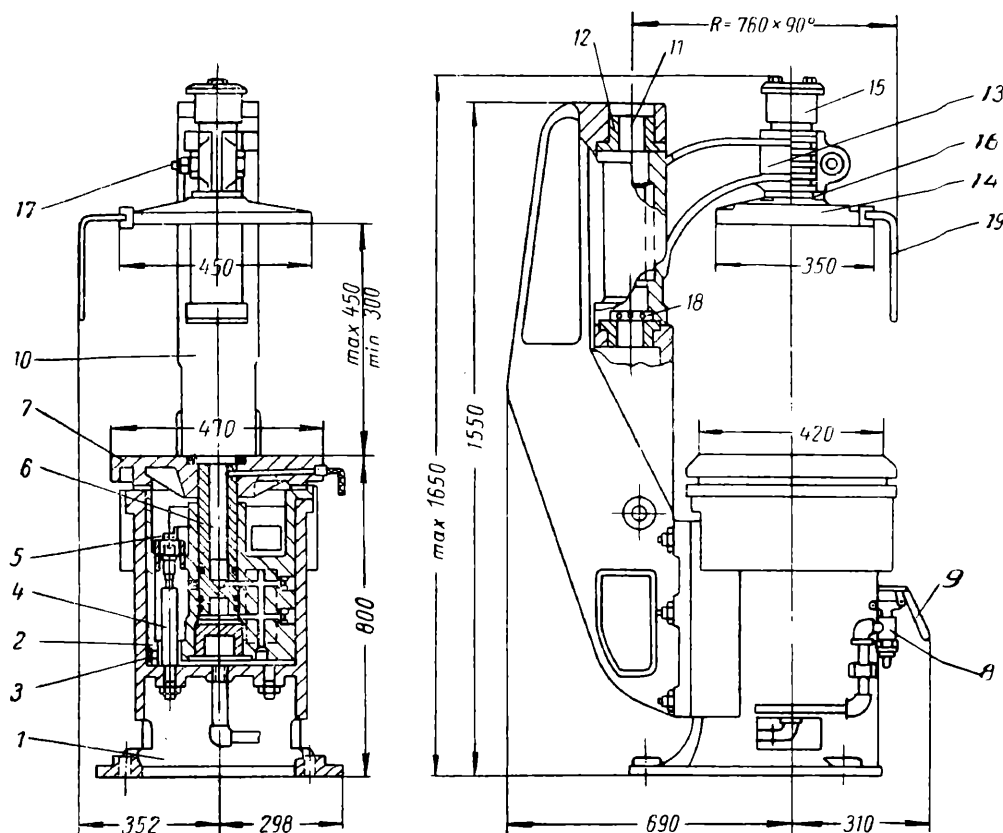
¹ Фактический максимальный диаметр обрезаемого болта равен 14 мм.

Канд. техн. наук Г. А. Навроцкий

Пневматическая встряхивающая формовочная машина

Пневматическая формовочная машина марки 271, выпускаемая московским заводом литейных машин «Красная Пресня» (рисунок), служит для безопочной формовки малых опок по двухсторонней модельной плите. Уплотнение форм достигается

В переднем торце стола просверлен воздухоподводящий канал, соединяющий полость под встряхивающим поршнем с правым воздухораспределительным клапаном 8. Левый воздухораспределительный клапан 9 служит для пуска вибратора, при-



встряхиванием с последующей допрессовкой. При изготовлении этой машины используется около 95% деталей основной формовочной машины для малых опок марки 261.

Основанием машины служит литая чугунная станина 1, образующая прессовый цилиндр, в котором помещен поршень 2, уплотненный резиновым кольцом 3. Ход прессового поршня и его поворачивание ограничены двумя стопорными шпильками 4, закрепленными в станине. Крышки 5 герметически закрывают обе полости прессового поршня, в которых проходят стопорные шпильки.

Центральная часть прессового поршня служит цилиндром встряхивающего поршня 6, наглухо соединенного с встряхивающим столом 7. В последнем снизу закреплен направляющий шток, который скользит во втулке прессового поршня. Уплотнение поршня 6 осуществляется чугунными кольцами.

крепленного к модельной плите. Оба клапана приводятся в действие нажатием, которое рабочий производит коленом.

К станине 1 привернута литая (стальная) колонна 10, в верхней части которой смонтирована на оси 11 во втулках 12 траверса 13. Прессовая (упорная) плита 14, жестко соединенная с штырем 15, устанавливается по высоте при помощи разъемного вальца 16 и болта 17. Для легкости поворота траверсы ось ее имеет упорный подшипник 18, а в траверсу ввернута изогнутая ручка 19.

Прессовый поршень приводится в действие воздухораспределительным клапаном, закрепленным на кронштейне с правой стороны машины. Обдувка модельной плиты, модели и машины производится из обдувочного сопла, прикрепленного на резиновом шланге.

Для пуска и остановки вибратора во время операции вытяжки рабочий нажимает коленом левый клапан.

Формовочная машина этой марки может заменить импортные машины наиболее известных фирм: Осборн-274, Осборн-275, Адамс 10-32, Аркейд-81, Аркейд-75, Аркейд-8, Интернационал 16-21. Для механизации, обеспечивающей максимальную

производительность, машина снабжается бункером для облицовочной и наполнительной земли с дозатором, пневматическим подъемником для съема опок с машины и рольгангами для откатки заформованных и подачи пустых опок.

Техническая характеристика

Размеры встряхивающего стола	470×420 мм
Наибольшие размеры опок в свету	400×300 "
Наибольшая подъемная сила встряхивающего механизма при 6 ат	150 кг
Высота встряхивания	30 мм
Число встряхиваний в минуту	60—80
Давление прессования при 6 ат	6250 кг
Наибольшее расстояние между прессовой плитой и столом	450 мм
То же наименьшее	350 "
Ход прессового поршня	170 "
Диаметр встряхивающего поршня	100 "
Диаметр прессового поршня	380 "
Производительность машины, обслуживаемой одним рабочим при полной механизации	~50 формовок в 1 час
Расход свободного воздуха на 1 формовку	0,35 м³
Габариты машины:	
длина	1100 мм
ширина	1000 "
высота	1650 "
Вес машины	~800 кг

Машина устанавливается на бетонном фундаменте.

Инж. А. М. Неймарк

Упрощенный светокопировальный агрегат для скоростного печатания чертежей

Конструкторским бюро Центральной лаборатории автоматизации Министерства черной металлургии сконструирована и построена по проекту Клейнзингера комплексная светокопировальная установка упрощенного типа. Такая установка может быть изготовлена силами ремонтно-механических цехов. Приводим ее краткое описание.

В светокопировальной машине (рис. 1) корпусом служит металлическая конструкция 1 из углового железа. В средней части помещен стеклянный полуцилиндр 2 с радиусом образующей около 400 мм. По наружной поверхности стекла скользит суточная бесконечная лента 3, ведомая системой из четырех валиков: ведущего 4, двух направляющих 5 и корректирующего 6. Коррекция в натяжении ленты необходима для компенсации неизбежного ослабления и перекосов. Она осуществляется раздельным перемещением подшипников валика 6 рукоятками 7.

Привод на ведущий валик выполняется через замедлительную передачу. Шкив 8, на который ремнем 10 передается вращение от мотора 9 мощностью 0,5 квт, жестко связан с чугунным диском 11 ведущей стойки 12. Под действием пружины 13 диск находится в постоянном сцеплении с текстолитовым бегунком 14, с-

дящем на валу редуктора. Тяговый механизм может передвигать бегунок радиально по чугунному диску, что позволяет в широких пределах менять передаточное число механизма.

Конструктивно для этой цели предусмотрен штурвал 15 с червяком 16. При вращении штурвала маточная гайка червяка перемещается в своих направляющих поступательно и с помощью вилки смещает бегунок на скользящей шпонке.

Редуктор состоит из двух пар чугунных шестерен с общим передаточным числом 25. Выход редуктора связан через две звездочки и цепи Галля непосредственно с ведущим валиком.

Верхняя часть светокопировальной машины выполнена в виде стола, разделенного на две части деревянным фонарем 18, который закрывает блок из шести ртутно-кварцевых ламп 19. Для контроля за их работой в передней откидной крышке фонаря имеется два окна 20 с рубиновыми стеклами.

Подающая часть стола снабжена небольшим ящичком 21 для рулона светочувствительной бумаги. Последняя вместе с накладываемыми на нее кальками направляется через специальное окно на транспортер и протаскивается по наружной поверхности стекла, в поле интенсив-

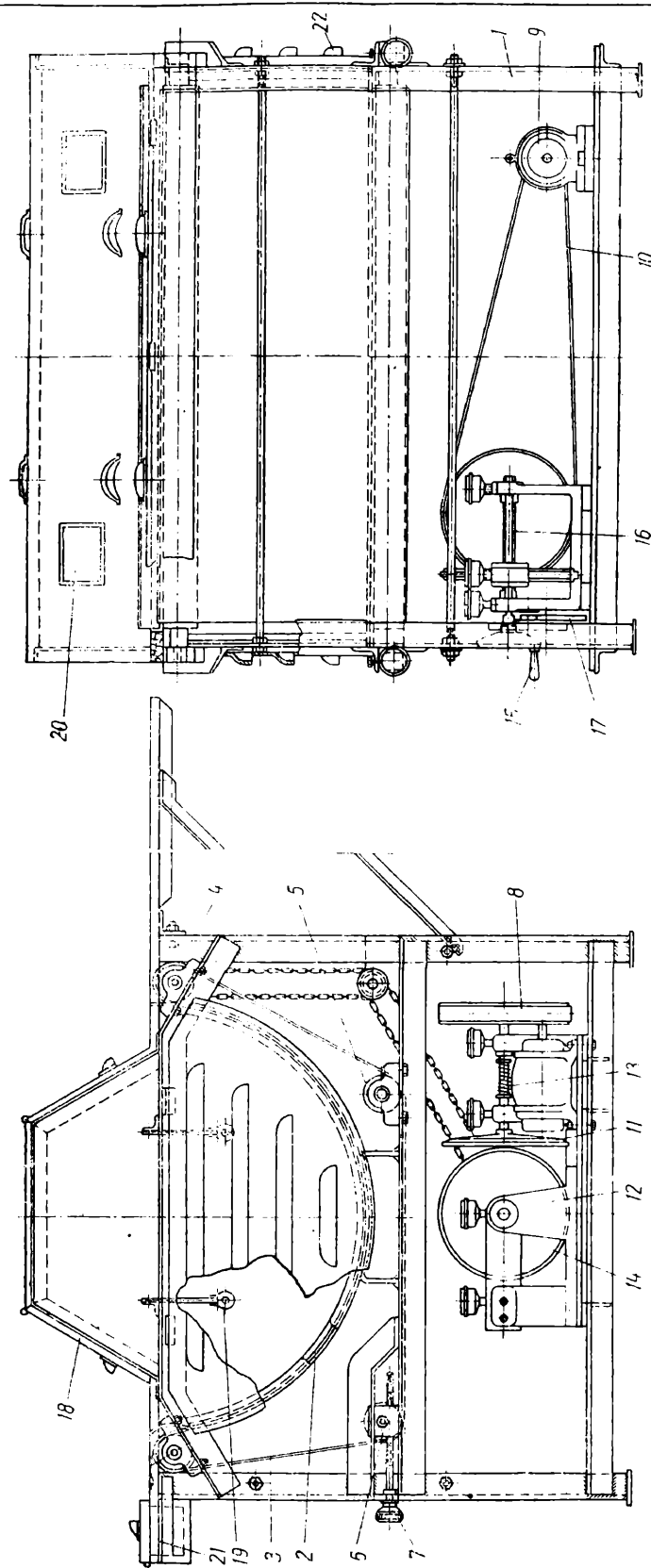


Рис. 1. Общий вид светокопировальной машины

ного освещения ртутно-кварцевыми лампами. С противоположной стороны стола, через выходное окно, бумага поступает на проявочную машину, где и завершается процесс обработки светокопий.

Камера освещения машины полностью закрыта щитками 22.

бумаги осуществляется парой бесконечных цепей 8, соединенных между собой через равные промежутки звеньев шрутками.

Блок нагревательных элементов состоит из четырех труб, покрытых асбестом, со спиральной обмоткой из нихрома сечением 1 мм². Включение электропечей — автономное, рубильником, установленным на проявочной машине.

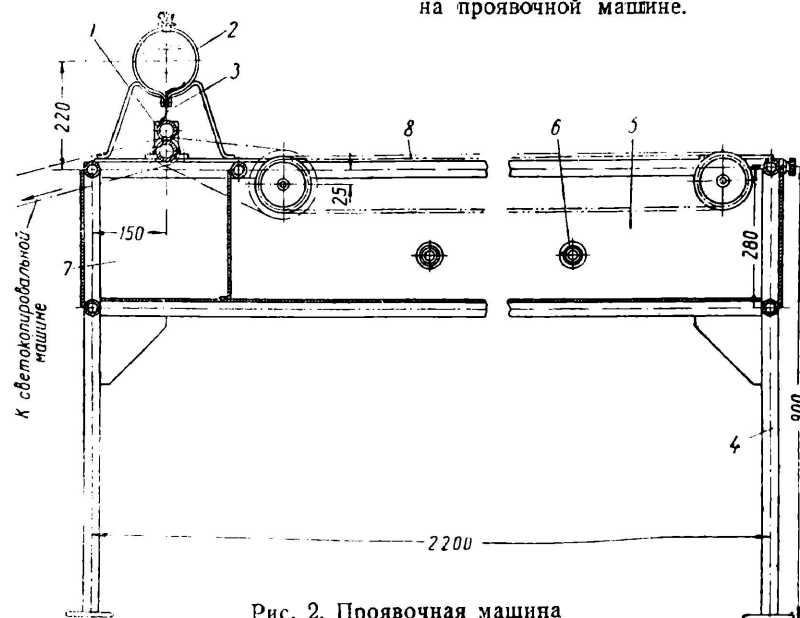


Рис. 2. Проявочная машина

Непрерывность процесса получения светокопий, вплоть до сушки бумаги, достигается соответствующим расчетом подающих валиков проявочного блока (рис. 2). Экопонирующая бумага протаскивается парой валиков 1 под резервуаром 2 с раствором проявителя. Фитиль 3, вставленный в окне бачка, равномерно смачивает бумагу, скорость которой равна подаче из светокопировальной машины. Проявленная бумага высушивается при медленном движении ее над нагревательными элементами электропечей.

Проявочная машина выполнена в виде металлической конструкции 4 из дюймовых труб с двумя корытообразными отсеками. В большем из них 5 помещены нагревательные элементы 6 электропечей, меньший отсек 7 служит для собирания излишней жидкости проявителя. Движение

Управление установкой сосредоточено на одном распределительном щите. Трехфазный переменный ток подается через предохранители на три рубильника: первый — включает цепи ртутно-кварцевых ламп, второй — мотор силовой части и третий — вытяжной вентилятор.

Каждая из ртутно-кварцевых ламп имеет отдельный пакетный выключатель, кнопку, замыкающую цепь пускового конденсатора, и особую пару выводных клемм. Дроссели в количестве шести штук (по одному на лампу) смонтированы на отдельном щитке.

Нагрузка ламп распределяется равномерно между тремя фазами, чем обеспечивается устойчивость в работе установки.

Инж. И. Л. Клейнзингер
и С. П. Парчевский

Механизация процесса увлажнения на бегунах

Литейные цехи применяют главным образом бегуны марки 111 (№ 2) и 112 (№ 3), выпускаемые московским заводом литейных машин «Красная Тренин». Для этих бегунов завод разработал и внедрил специальный увлажнитель (рисунок), что позволяет заменить примитивный способ увлажнения смеси усовершенствованным механизированным.

Увлажнитель состоит из сварного колпака 1, к которому приварен резервуар 2. Ко дну 3 резервуара приварены две изогнутых трубки 4 и 5, на концах которых привернуты наконечники 6.

Каждый увлажнитель имеет два угольника, которыми он прикрепляется к траверсе машины.

Чтобы обеспечить требуемую влажность смеси, в нее следует вводить через увлажнитель, при каждом замешивании одинаковое количество воды, устанавливаемое опытным путем.

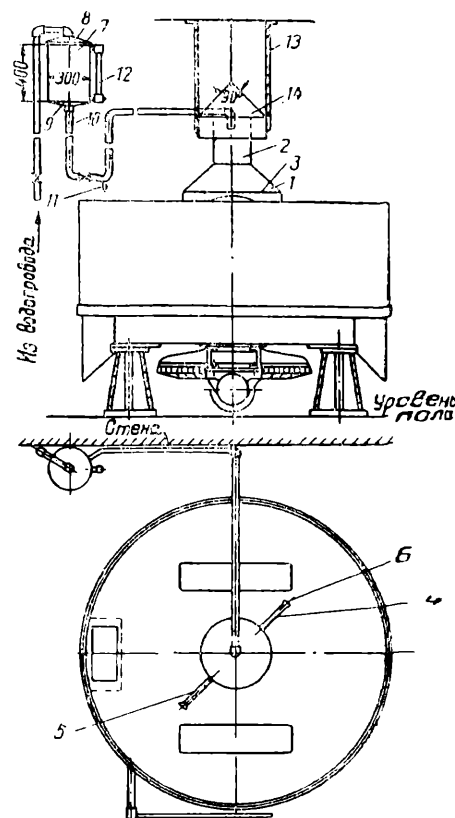
Для этого между увлажнителем и водопроводной магистралью необходимо установить дозировочное устройство, которое состоит из бачка 7, свободно закрываемого крышкой 8, соединенной с водопроводной сетью. Дно 9 бачка 7 соединяется с резервуаром 2 увлажнителя трубопроводом 10, имеющим спускной кран 11. Количество воды, необходимой для увлажнения замеса, отмеряется по водомерной трубке 12. Резервуар 2 увлажнителя и трубопровод монтируются в подвеске 13, имеющей защитный колпак 14 из листового железа.

Применение увлажнителя:

1. Значительно повышает производительность бегунов, так как при этом процесс увлажнения механизмуется и усовершенствуется.

2. Повышает качество смеси, обеспечивая одинаковую влажность.

3. Делает возможным обслуживание одним рабочим нескольких машин.



Изготовить такой простой увлажнитель может каждый завод.

Инж. А. М. Нефмарк

Электронный автоматический прибор для многомерного контроля поршней

Канд. техн. наук. В. С. ВИХМАН

Научно-исследовательская лаборатория электроавтоматики (НИЭЛ) Министерства транспортного машиностроения СССР развернула работы по применению электронной техники для автоматического управления производственными и контрольными процессами на машиностроительных предприятиях. Разработан ряд электронных автоматов и приборов, предназначенных для массового контроля и сортировки отдельных ответственных деталей.

Один из таких приборов — электронный автоматический прибор П-1 для многомерного контроля поршней — уже эксплуатируется на ряде заводов транспортного машиностроения.

С помощью этого прибора контроль ведется одновременно по 7 диаметрам и 6 высотам.

Прибор дает возможность сортировать поршни на годные и бракованные. В группу годных попадают поршни, у которых контролируемые параметры лежат в пределах допуска. В брак отходят поршни, у которых по крайней мере один из

контролируемых параметров лежит ниже (брак «в минус») или выше (брак «в плюс») допуска.

Годность поршня определяется по установленному на приборе сигнальному глазо с изображенным на нем эскизом поршня (рис. 1). Каждомуверяемому параметру соответствуют 2 световых сигнала с обозначениями плюс (+) и минус (—); тот или иной сигнал зажигается соответственно при завышенном или заниженном параметре. В тех случаях, когда все 13 контролируемых параметров находятся в пределах допуска, зажигается зеленый сигнал.

Для контроля поршень вручную устанавливается на горизонтальную опорную плоскость и проталкивается в глубь прибора (рис. 2). Все контролируемые параметры замеряются при помощи нормальных электроконтактных головок, которые управляют работой сигнальных ламп.

Головки для контроля диаметров закрепляются в независимых друг от друга плавающих скобах, надеваемых на круглую вертикальную стойку (рис. 3) на скользящей посадке. Благодаря этому скобы могут свободно поворачиваться вокруг вертикальной стойки.

Необходимое расстояние между скобами достигается с помощью установочных колец, также надетых на вертикальную стойку. Кроме того, каждая скоба имеет спиральную пружину 5, один конец пружины прикреплен к скобе, другой — к стойке. Под действием пружины каждая скоба стремится повернуться вокруг стрелки А.

Вследствие подвижности скоб прибор П-1 дает возможность проверять величину диаметра каждого сечения независимо от их взаимного расположения.

Таким образом соосность сечений поршня прибор П-1 не проверяет.

Наконечники 1 и 2 у каждой скобы имеют особую форму, что обеспечивает замер диаметров в строго определенных местах поршня.

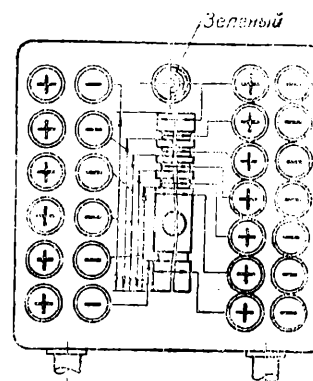


Рис. 1

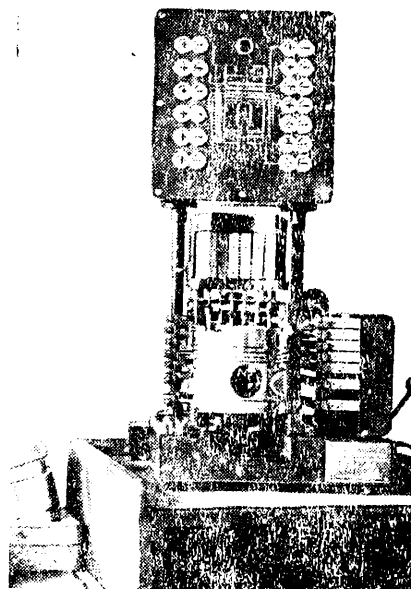


Рис. 2

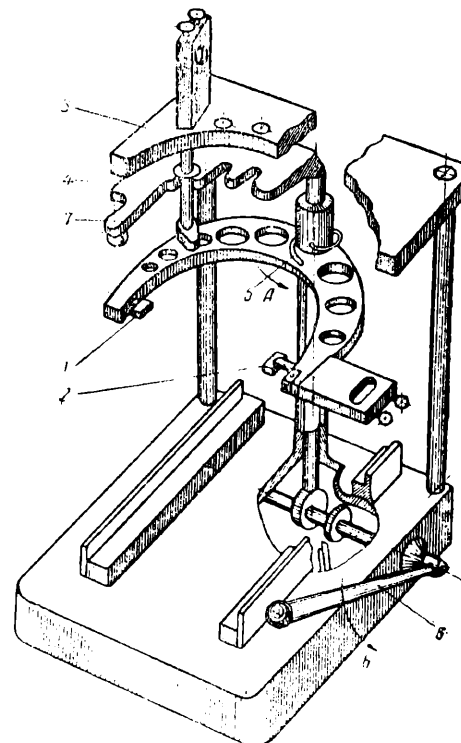


Рис. 3

В приборе использованы электроконтактные головки, изготовленные заводом «Калибр».

Головки для контроля высот закрепляются на кронштейне 3.

При введении поршня в прибор лалчатые наконечники измерительных шпинделей шести электроконтактных головок, контролирующих высоты, проходят внутрь ка-

навок поршня и удерживаются на определенной высоте с помощью гребенки 4, образуя небольшой зазор (0,3—0,4 мм) с торцевыми поверхностями канавок. Одновременно с этим поршень оказывается зажатым в семи своих сечениях между опорными плоскостями наконечников 1 и 2 измерительных головок соответственных плавающих скоб.

Спиральные пружины 5, повертывая скобы в направлении стрелки А, прижимают каждую опорную плоскость к поверхности поршня. При повороте до отказа рукоятки 6 в направлении стрелки Б одновременно происходит следующее:

1) опускается гребенка 4 на величину, достаточную для прижима измерительных шпинделей шести высотных головок к торцевым поверхностям поршня;

2) опускается прижимная скоба 7, которая надавливает на поршень сверху и тем самым прижимает его к нижней опорной плоскости; эта плоскость служит базой, от которой берутся все контролируемые размеры;

3) вводится в действие электрическая часть прибора, управляющая включением сигнальных ламп.

Электросхема питается через трансформатор, первичная обмотка которого получает напряжение от сети переменного тока. Вторая обмотка на 100 в предназначена для питания сигнальных неоновых ламп (типа МН-3). Для включения в сеть прибор снабжен шнуром со штепсельной вилкой.

Электроконтактные головки настраиваются на необходимые контролируемые пределы по эталонам.

Производственная эксплуатация прибора П-1 на заводах Министерства транспортного машиностроения показала, что он работает с погрешностью, не превышающей 2,5 м и в 15—16 раз сокращает время по сравнению с временем, необходимым на тот же контроль при ручном способе с применением скоб. Кроме того, он гарантирует полную объективность контроля.

ПОПРАВКА

По просьбе автора в статью инж. С. Н. Горбунова, напечатанную в № 9 ж. «Вестник машиностроения» за 1947 г., вносится следующая поправка:

На стр. 58, правая колонка, первая строка сверху напечатано: равный 12 мм, следует читать: равный ± 2 мм.

Пути внедрения автоматической сварки в промышленность

За годы войны сварка как одна из новых, передовых областей металлообработки достигла большой степени совершенства. Среди других сварочных процессов в новой Сталинской пятилетке ведущее место, несомненно, будет принадлежать дуговой электрической сварке. Наряду с этим основным приемом дуговой сварки при изготовлении ответственных конструкций должна быть автоматическая сварка под слоем флюса, отличающаяся большой эффективностью и обеспечивающая высокие механические свойства сварного шва. В послевоенной пятилетке этот метод будет определять техническую политику в области электродуговой сварки.

Как у нас, так и за границей процессы сварки широко автоматизируются и механизуются. Так например, в США довольно широко распространены автоматические установки для сварки открытой дугой металлическими, угольными и вольфрамовыми электродами (последние употребляются для сварки в атмосфере водорода и инертных газов — гелия и аргона). Наибольшее применение в США получила автоматическая сварка под слоем флюса. Она используется в судостроении, транспортном машиностроении, котло- и резервуаростроении, танкостроении, производстве вооружения, сварке трубопроводов, нефтеперегонной аппаратуры и пр. Служащие для этих целей автоматические сварочные установки работают при силе сварочного тока до 4000 а. Они позволяют вести однослойную сварку встык листов толщиной до 50 мм¹.

В нашей промышленности автоматическая сварка под слоем флюса также получила широкое развитие, особенно в годы войны, благодаря плодотворным работам Института Электросварки АН УССР, руководимого акад. Е. О. Патоном. Автоматическая сварка под слоем флюса дает возможность при средних толщинах металла достичь производительности до 50 м/час. При сварке конструкционной стали этим методом удается получить ударную вязкость наплавленного металла 12—15 кгм/см², предел прочности 42—48 кг/мм², предел усталости 19—21 кг/мм².

¹ См. Welding Handbook USA, 1942, «Welding Journal», 1940, II; Г. А. Николаев, Развитие электросварки в ближайшие годы, изд. АН СССР, 1946, стр. 9.

Значительный вклад в развитие автоматической сварки под слоем флюса сделан также отделом сварки ЦНИИТМАШ, изучающим этот процесс в течение нескольких лет. В частности, в ЦНИИТМАШ создан ряд конструкций оборудования для автоматической сварки под слоем флюса; к ним относятся: упрощенная сварочная головка, сварочный трактор, аппарат для обварки связей паровых котлов, сварочная головка тяжелого типа и др. Ведутся работы по дальнейшему применению этого метода для сварки металла малых толщин (1—2 мм), по конструированию универсального трактора для сварки стыковых и валиковых швов с диаметром сварочной проволоки до 8 мм, по созданию полуавтоматических установок для сварки внутри сосудов, криволинейных швов, сварки в малодоступных местах и пр.

Однако несмотря на все преимущества автоматической сварки под слоем флюса и достигнутые в этой области успехи наших ведущих научно-исследовательских институтов и отдельных заводов, автоматическая сварка занимает в общем объеме продукции еще сравнительно небольшое место. Оно совершенно недостаточно внедряется, например, в строительство мостов, в производство котлов, резервуаров и т. п.

В ближайшие 1,5—2 года необходимо перевести на автоматический метод при изготовлении пролетных строений мостов до 90% общего объема сварочных работ, при изготовлении паровозных котлов до 80%, паровых котлов до 50%, цистерн, шахтных вагонеток до 60%, строительных металлоконструкций до 25%, нефтяной и химической аппаратуры до 40%, морских судов до 15%.

Для этого потребуется дополнительно ввести в эксплуатацию в 1947 и 1948 гг. не менее 700 электросварочных автоматов под слоем флюса. Заводы электропромышленности («Электрик» и др.) должны срочно организовать серийное производство в достаточных размерах новых усовершенствованных автоматических головок конструкции Института Электросварки АН УССР вместе с пусковой аппаратурой и сварочных трансформаторов на силу тока 1000 а с дистанционным управлением.

На многих заводах — судостроительных, тяжелого машиностроения и др., должно быть организовано производство головок и сварочных трансформаторов соответствующей

ней характеристики для удовлетворения собственных нужд этих отраслей промышленности.

Большое значение для успешного внедрения автоматической сварки на заводах имеет производство высококачественной электродной проволоки для сварочных автоматов. Ее выпуск должен быть доведен металлургическими заводами до 8000—9000 т/год. При этом около 5% проволоки должно быть из стали ЭИ307. Выпуск сварочных флюсов необходимо повысить до 7000 т/год, организовав его производство на ряде стекольных заводов, на которых должны быть построены специальные цехи.

Проблема подготовки технических и рабочих кадров для автоматической сварки требует, чтобы в высших учебных заведениях были восстановлены сварочные факультеты и значительно увеличен контингент приема учащихся по специальности «сварочное производство», введены специальные курсы по автоматической электросварке в сварочных техникумах. Значительно должна быть увеличена ежегодная подготовка монтеров и наладчиков по автоматической аппаратуре в ремесленных училищах и школах ФЗО Министерства трудовых резервов СССР. Подготовка кадров связана с необходимостью издания серии учебников и пособий по автоматической электросварке и оборудованию для нее.

Наконец, важным фактором, организующим и направляющим внедрение автоматической сварки в промышленность, должно являться систематическое планирование вопросов развития и внедрения этого метода при разработке ежегодных и ежеквартальных планов технического развития и внедрения новой техники по министерствам, ведомствам, заводам и научно-исследовательским институтам.

Внедрение автоматической сварки под слоем флюса требует также оснащения предприятий высокопроизводительными газорезущими машинами для разделки кромок сварного соединения под требуемым углом. Применение для этой цели строгания, фрезерования, рубки пневматическим зубилом и других операций холодной обработки очень трудоемко и дорого. Современная сварочная техника пользуется разнообразными газорезущими машинами — полуавтоматами и автоматами, дающими ровный и чистый обрез кромок под нужным углом. Те же машины, оснащенные тангенциальными резаками, могут с успехом применяться для вырезки вершины шва перед подваркой его с обратной стороны.

Для перечисленных операций необходимы полуавтоматы типа Секатор, одновременно работающие с двумя и тремя резаками и позволяющие резать кислородом металл толщиной до 100 мм, а также стационарные автоматы для прямолинейной и криволинейной резки металла с поперечным ходом до 1500 мм и продольным ходом до 6000 мм. Чтобы обеспечить эти машины ацетиленом высокого давления (до

1,2—1,5 ати), наша промышленность должна организовать производство ацетиленовых генераторов высокого давления производительностью 1,5; 3; 10 и 20 м³/час.

Важнейшей задачей является развертывание научно-исследовательских и экспериментальных работ, касающихся технологии, аппаратуры и материалов для автоматической сварки под слоем флюса. В первую очередь необходимо продолжать углубленное изучение и исследование металлургических и тепловых процессов при сварке под слоем флюса как обычных углеродистых и малолегированных конструкционных, так, особенно, и специальных сталей, которые находят большое применение в строительстве, производстве аппаратуры и машиностроении.

В связи с весьма разносторонним применением автоматической сварки предстоит разработать различные сварочные установки с учетом конструктивных особенностей, формы и протяженности сварных швов тех или иных изделий. Наряду с этим требуется наладка таких установок на ряде заводов с целью обеспечения медленного и равномерного передвижения свариваемого изделия, циркуляции флюсовых потоков, электрического питания сварочной дуги током большой силы, достижения стабильности технологических параметров процесса и пр.

Как известно, при сварке под слоем флюса большое значение имеет постоянное напряжения в сети, питающей сварочную установку. Поэтому чрезвычайно важно разработать системы, автоматически поддерживающие напряжение на нужном уровне при применении сварочных головок с независимой скоростью подачи электродной проволоки. В свете разрешения этой проблемы представляет большой интерес работа Института Электросварки АН УССР по созданию сварочных головок с постоянной мощностью дуги, в которых используется дроссель насыщения с подмагничиванием постоянным током от электромагнитного или электронного преобразователя, либо подмагничивание с помощью переменного тока.

Для широкого применения автоматической сварки в производстве крупных изделий (котлов, резервуаров, нефтеаппаратуры и т. п.) необходимы установки для сварки дугой большой мощности металл толщиной до 50 мм и выше. В настоящее время особенно распространены установки, рассчитанные на ток силой 600—1200 а, мощностью 40—80 квт, питаемые однофазными сварочными трансформаторами. Для больших же толщин требуются установки на 2000—3500 а при полной мощности в сварочной цепи 160—300 квт. В связи с этим должна быть решена проблема питания током дуги большой мощности, обеспечивающего равномерную симметричную загрузку всех трех фаз токоподводящей сети. Ряд вариантов таких систем уже предложен и разработан Институтом Электросварки АН УССР². В этом

² Б. Е. Патон, «Автогенное дело» № 8—9, 1946.

направлении должны продолжаться работы, имеющие цель получить простые и экономичные решения.

К очередным неотложным проблемам относится разработка более совершенных процессов автоматической сварки под слоем флюса, изыскание новых сварочных флюсов и недефицитных компонентов для них, освоение сварки металлов малых толщин, изделий различной формы и конфигурации, с разнообразным пространственным расположением швов и пр.

Должны быть созданы конструкции и освоено производство различного рода оснастки, без которой невозможно дальнейшее сокращение трудоемкости свароч-

ных работ: манипуляторов, роликов, опор, кантователей и пр. Большая полезная работа, проводимая в этом направлении отделом сварки ЦНИИТМАШ, должна быть продолжена и значительно расширена.

Грандиозные задачи послевоенной Сталинской пятилетки требуют широкого внедрения в промышленность нового прогрессивного метода обработки металла — автоматической сварки под слоем флюса. Для его внедрения и для дальнейшего усовершенствования и разработки этого процесса у нас имеются все условия.

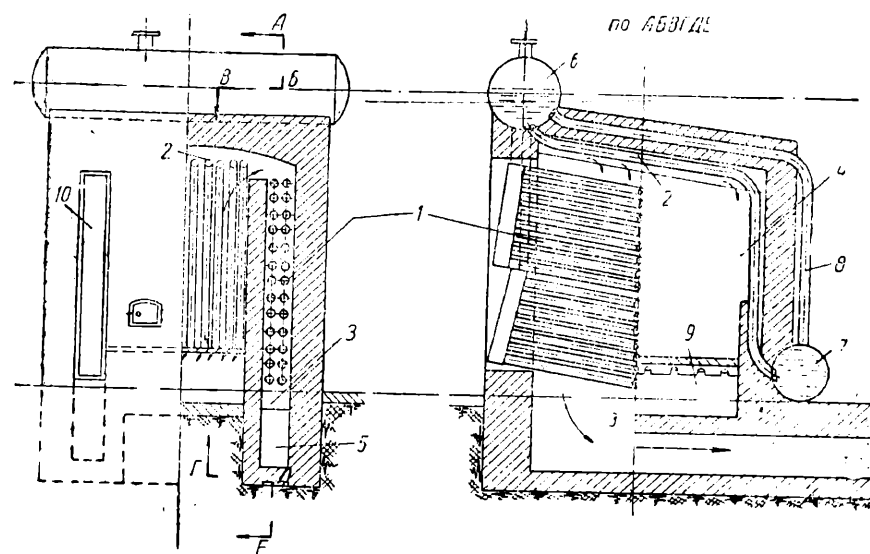
Инж. Д. Л. Глизманенко

ИЗОБРЕТЕНИЯ И УЛУЧШЕНИЯ

Карманный паровой котел системы инж. П. Л. Казаковцева

На фабрике им. Бабаева в Москве установлен опытный карманный котел, который вполне удовлетворительно работает более года. Его технико-экономические показатели значительно выше, чем у других котлов малой мощности, изготавливаемых в настоящее время.

боковых карманах, которые получены установкой двойных стенок по бокам топки. Мощность котла определяется количеством секций, из которых каждая соответствует паропроизводительности в 1 т пара в час. Экран прикрывает потолок и заднюю стенку топки. Топочный объем со-



Паровой карманный котел системы инж. Казаковцева.

1 — конвективные секции; 2 — экрановые трубы; 3 — боковые карманы; 4 — топочное пространство; 5 — боров; 6 — верхний барабан; 7 — нижний барабан (грязевик); 8 — опускные трубы; 9 — зольник; 10 — дверка кармана. Стрелками показано направление движения газов.

Описываемый котел (рисунок) горизонтально-водотрубный, секционного типа, с экранированной топкой. Один конец каждой экрановой трубы завальцован в верхний, другой — в нижний барабаны. Конвективная поверхность образуется стандартными секциями, расположенными в

ставляет 4 м^3 на 1 т пара в час, площадь колосниковой решетки — 1 м^2 на 1 т пара в час. Топочные газы в топке поднимаются, вверху расходятся по бокам топки, опускаются в боковые карманы, омывают конвективные секции и далее уходят в боров дымохода.

Таблица 1

Наименование показателей	Карманный котел		Транспор-табельный котел		Котел КРШ		Котел Шухова-Берлина	
	всего	на 1 т пара в час	всего	на 1 т пара в час	всего	на 1 т пара в час	всего	на 1 т пара в час
Объем котла, м³	48,0	12,5	85,0	29,0	94,0	24,0	157,0	44,0
Объем обмуровки, м³	29,0	8,0	70,0	23,0	80,0	21,0	115,0	31,0
Поверхность кладки, м²	60,0	17,0	115,0	38,0	125,0	31,0	250,0	70,0
Объем котельн. здания, м³	180,0	50,0	400,0	130,0	500,0	125,0	800,0	225,0
Вес металла, т	5,4	1,35	9,0	3,0	12,0	3,0	17,0	4,85
К. п. д. на бурых углях, %	—	81	—	65	—	60	—	50
Водяной объем, м³	—	1,4	—	1,5	—	1,5	—	1,0
Зеркала испарения, м²	—	1,50	—	1,5	—	1,5	—	0,62

Таблица 2

Наименование показателей	№ испытания			Проскочные данные
	1	2	3	
Давление пара, ат	7,4	7,5	6,5	12,0
Низшая теплотворная способность топлива, кал/кг	2261	2168	2468	2760
Количество сожженного топлива, кг/час	1070	1140	1250	1090
Часовая паропроизводительность котла, кг/час	3500	3350	4400	3600
Паронапряжение котла, кг/м²	49,0	46,5	61,0	42,1
Содержание в газах, %:				
CO ₂	12,1	13,6	13,6	—
CO ₂ +O ₂	19,5	19,4	18,9	—
CO	0,22	0,143	0,74	—
Температура за котлом, °С	360	375	369	360
Разрежение за котлом, мм вод. ст.	14,7	16,1	16,1	16,1
Давление воздуха под колосниковой решеткой, мм вод. ст.	34,5	30,0	30,0	80,0
Избыток воздуха за котлом, α _к	1,5	1,33	1,29	1,45
Потери тепла с уходящими газами, %	21,2	21,2	22,2	20,0
Потери от химической неполноты горения, %	1,04	0,62	2,85	2,0
Потери от механического провала, %	7,5	10,8	4,2	8,0
Потери во внешнюю среду, %	2,0	2,0	2,0	2,0
Тепло, использованное котлом, %	67,67	65,38	67,5	68,0
К. п. д. котла, %	67,61	65,38	67,5	68,0
К. п. д. котла при включении экономайзеров, %	82,4	83,1	80,0	81,0

Обмуровка котла делается из стандартного кирпича. Экран и верхние конвективные секции имеют самостоятельные циркуляционные контуры. Контур экрана замкнут через опускные трубы, идущие из верхнего барабана в нижний барабан. В верхние конвективные секции вода подается по опускной трубе в заднюю коробку. Нижняя секция получает воду из нижнего барабана в заднюю коробку.

Котел оборудован ручной стандартной топкой для работы на разных топливах. Конструкция котла позволяет компоновать его с полумеханическими и механическими топками разных типов. Мощность котла может составлять от 2 до 10 т пара в

час в зависимости от количества секций в карманах.

В табл. 1 приведены сравнительные технико-экономические показатели котлов малой мощности, в табл. 2 — данные, полученные при испытании на фабрике им. Бабаева котла, имевшего поверхность нагрева 75 м², поверхность колосниковой решетки — 3,8 м², объем топочного пространства — 14 м³.

Котел все время питался конденсатом с добавлением сырой воды в среднем 40%.

Внешняя очистка конвективных труб может производиться через обдувочные люки, помещенные у головок конвективных

секций, а внутренняя очистка — при открытых крышках коробок; наружная сторона экранов труб очищается из топки метлой.

Скорость газов в боковых карманах при входе — 11 м/сек, при выходе — 6 м/сек. Температура газов, поступающих в боковые карманы, при работе на подмосковном угле — 950°.

За время работы котла — около 5000 час. — конвективные секции ни разу не чистились и не обдувались. Однако засорения их не наблюдалось, что объясняется большими скоростями газов в боковых карманах и вторичным дутьем вверх вдоль внутренней стенки топки от общего дутьевого вентилятора.

П. К.

Публикация изобретений¹

К. П. ЛЕОНОВ. *Штамп для глубокой вытяжки полых металлических предметов* (авт. свид. № 68296, выд. Министерством сельхозмашиностроения).

Отличительная особенность изобретения, являющегося развитием изобретения по авт. свид. 53994, состоит в том, что для использования стаканообразных заготовок с цилиндрической боковой стенкой при высаживании дна в обратном направлении на матрицу надет кольцевой пуансон, упирающийся в открытый торец заготовки. Для устранения выпучивания стенки заготовки она охвачена втулкой, являющейся частью штампа.

Л. Л. ТИР. *Способ нагрева металлических изделий в электрической соляной ванне* (авт. свид. № 68383, выд. Министерством электропромышленности).

Изобретение преследует цель ускорить нагрев изделий в соляных электрических ваннах посредством увеличения количества тепла, которое воспринимается поверхностью нагреваемого изделия в единицу времени. Для этого предлагается один полюс источника тока, питающего ванну, соединить с изделием до ввода последнего в ванну. Цель — усилить при нагреве выделение джоулева тепла у поверхности изделия за счет повышенного сопротивления слоя соли вокруг поверхности изделия при погружении его в ванну.

Л. Л. ТИР. *Соляная электропечь* (авт. свид. № 68221, выд. Министерством электропромышленности).

В предлагаемой печи зоны протекания электрического тока через соль отделены друг от друга решетками, снабженными проемами для круговой циркуляции жидкой соли из зоны в зону.

Н. А. ЧЕРНОВ. *Аппарат для получения ацетилена из карбида* (авт. свид. № 68223, выд. Министерством строительства военных и военно-морских предприятий).

Предлагаемый аппарат состоит из закрытого резервуара для воды и расположенной в нижней его части камеры (или

камер) для сменных приемников с карбидом, снабженной трубками для ввода воды и отвода газа. Отличительная особенность аппарата заключается в том, что для регулирования подачи воды внутри водяного резервуара вмонтирована открытая снизу трубка, присоединенная верхним концом к редуктору, а ниже рабочего уровня воды — к карбидным камерам, при помощи трубок с кранами.

М. М. ЛЕВИН и С. Б. ЮДИН. *Центробежная карусельная машина для литья* (авт. свид. № 68373, выд. Министерством тяжелого машиностроения).

Предлагаемая центробежная машина предназначена для отливки кокилей, форм штампов и других изделий с точными и сложными очертаниями в формы, состоящие из подвижной и неподвижной половин.

Отличие предлагаемой машины заключается в том, что подвижная половина формы автоматически прижимается к неподвижной при разгоне машины и отходит от неподвижной при остановке машины.

А. Е. АФАНАСЬЕВ. *Ковш для разлики металла* (авт. свид. № 68282, выд. Министерством авиационной промышленности).

Ковш снабжен известным устройством внутреннего сифонного канала с той особенностью, что нижнее отверстие последнего перекрывается фильтром, который задерживает все загрязнения металла, обеспечивая питание форм чистым металлом.

И. В. КЛИМОВ. *Цилиндрический уравновешенный золотник для молотов* (авт. свид. № 68393, выд. Министерством станкостроения).

Предлагаемый золотник является экспериментальным для настройки работы паровоздушных молотов.

Конструкция золотника позволяет менять длину его и расстояние отсекаемых кромок от среднего положения посредством насадок, образующих полки золотника. По снятии с молота этим золотником индикаторных диаграмм можно опытным путем установить наиболее выгодные размеры золотника для молота и составить инструкцию по его наладке.

¹ Извлечение из «Бюллетеня изобретений» Бюро изобретений Госплана Совета Министров СССР, № 4, 1947.

МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ СТАНКИ. Всесоюзный Комитет стандартов утвердил новые стандарты на основные размеры вновь проектируемых токарных и токарно-винторезных станков для обработки изделий diam. 100—250 мм (ГОСТ 1151—47) и diam. 320—1000 мм (ГОСТ 440—47). Эти стандарты заменяют собой ГОСТ 1151—41 и 440—41.

При пересмотре стандартов параметр «высота центров» заменен параметром «наибольший диаметр устанавливаемого изделия для обточки». Новый параметр даст возможность увеличивать при проектировании расстояние между направляющими и уменьшать высоту шпинделя над станиной, что с точки зрения жесткости станка представляет положительный фактор.

В ГОСТ 1151—47 наибольшая длина обрабатываемого изделия установлена в 750 мм; она измеряется, как указано в новом стандарте, при выдвинутой пиноли задней бабки. Это обеспечивает правильную работу супорта при максимальной длине изделия, так как не приходится перелазить верхних салазок.

В ГОСТ 440—47 длина обрабатываемого изделия установлена до 5000 мм, а весь ряд размеров диаметров с 320 до 1000 мм построен по геометрическому ряду со знаменателями 1,26. Это является достоинством стандарта, так как все возможные диаметры обрабатываемых изделий равномерно охватываются всей гаммой токарных станков.

Установлен новый стандарт на концы шпинделей и оправок к фрезерным станкам — (ГОСТ 836—47), заменивший собой ГОСТ 836—41. Пересмотр последнего был вызван необходимостью включить в стандарт дополнительно к типам I, II и III шпиндели большего размера (тип IV, а и б) для мощных станков. Кроме того, внесены некоторые уточнения в размеры шпинделей, в допуски на шипы и их расположение, в качество обработки ответственных мест шпинделя и т. д.

СМАЗОЧНЫЕ АГРЕГАТЫ. В целях унификации и внедрения наиболее рациональных типов смазочных агрегатов Всесоюзным комитетом стандартов утверждены три новых стандарта на основные размеры лубрикаторов.

Лубрикаторы одноточечные ручного действия с мгновенным вжатием (ГОСТ 3562—47) предназначены для предварительной подкачки жидкой смазки к ответственным подшипникам скольжения до пуска машины. Эти лубрикаторы могут быть двух типов — с резервуарами объемом 25 и 100 см³ и подачей за 1 ход плунжера 0,2 и 0,4 см³.

Лубрикаторы одноточечные ручного действия с постепенным вжиманием (ГОСТ 3563—47) для подачи жидкой смазки под давлением пружины по стандарту не разделяются на типы. Резервуар лубрикатора

объемом 250 см³, подача за 1 ход плунжера — 1 см³.

Лубрикаторы многоточечные с механическим приводом, ручной подкачкой и резервуаром (ГОСТ 3564—47) предназначены для централизованной смазки нескольких, расположенных в различных местах трущихся пар, работающих в условиях тяжелого нагружения и при высоком противодавлении. Объем резервуара установлен стандартом в 50 и 100 л, наибольшая подача масла каждого насосного элемента за 1 ход плунжера — $0,25 \pm 0,025$ см³.

Стандартами предусмотрены параметры, характеризующие габариты и производительность. Конструкция лубрикаторов не стандартизована.

Новые стандарты дают возможность уменьшить существующее многообразие типов лубрикаторов и организовать их централизованное изготовление, а также узаконить присоединительные размеры, необходимые конструктору.

МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ. Новый стандарт на фрезы резбовые гребенчатые (ГОСТ 1336—47) определяет основные размеры концевых и насадных резбовых фрез для нарезания метрических и дюймовых резьб, конструктивные рекомендуемые размеры зубьев, размеры профиля нарезки и технические условия.

Этот стандарт установлен взамен рекомендуемого ГОСТ 1336—41, от которого он отличается рядом изменений в диаметрах, углах заточки, конструктивных размерах зубьев, методах задания размеров профиля и т. д. Кроме того, в ГОСТ 1336—47 повышена твердость металла. Стандарт устанавливает 9 типов концевых фрез диаметром от 10 до 40 мм и 4 типа насадных фрез (без выточек у торцов, с выточками у обоих торцов, право- и лево-режущие с выточкой у одного торца) пяти различных диаметров.

Новый ГОСТ 3509—47 на размеры ручных разжимных разверток для слесарно-сборочных и ремонтных работ вводит 37 диаметров разверток в пределах от 6 до 50 мм. Применение стандартизованных разверток должно дать экономию инструментальной стали, так как срок их службы (5—8 переточек) больше, чем цельных.

АБРАЗИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ. Стандарт на зернистость дробленых абразивных материалов — ГОСТ 3647—47 (взамен ОСТ 2619 в части III раздела) — устанавливает 28 номеров зернистости в зависимости от гранулометрического состава, на основе ГОСТ 3238—46, применяемого в производстве шлифовальных кругов, сегментов, головок, брусков и шкурок. Стандарт не распространяется на дробленые абразивные материалы, применяемые для шлифования свободным зерном.

Второй стандарт (ГОСТ 3648—47) касается методов испытания зернистости дробленых абразивных материалов. Он

определяет методы контроля зернистости дробленых абразивных материалов (шлиф-зерен, шлифпорошков и микропорошков) по номерам зернистости, согласно ГОСТ 3647—47, по их гранулометрическому составу. В стандарте даются указания относительно отбора проб и методов анализа: ситового — для материалов зернистостью от № 10 до 220, микроскопического — для материалов зернистостью от М28 до М5 и комбинированного (т. е. представляющего сочетание ситового анализа с микроскопическим) — для материалов зернистостью от № 220 до 320.

ПОДШИПНИКИ. Шарнирные подшипники, на которые утверждены новые стандарты, являются самоустанавливающимися при монтаже опорами и допускают угловое перемещение осей колец в пределах $\pm 8^\circ$.

Шарнирные подшипники для подвижных соединений (ГОСТ 3635—47) предназначены для восприятия только радиальных нагрузок и применения в подвижных соединениях с колебательным движением одно-

го из колец около его оси. Установлено 2 типа подшипников: Ш — без канавок для смазки (12 типоразмеров с внутренним диаметром от 5 до 30 мм) и ШС — с канавками для смазки (предусмотрено 11 типоразмеров с внутренним диаметром от 6 до 30 мм). Для обозначения внутреннего диаметра подшипников к условным буквам справа добавляются цифры (например, Ш6, ШС6 и т. д.). Допускаемые нагрузки для подшипников Ш и ШС — от 1000 до 18 000 кг.

Шарнирные подшипники (ГОСТ 3636—47) для неподвижных соединений предназначены для восприятия только радиальных нагрузок. Эти подшипники (условное обозначение ШМ) делятся на 12 типоразмеров с внутренним диаметром от 5 до 30 мм; допускаемая нагрузка — от 2000 до 36 000 кг.

Преимущество шарнирных подшипников заключается в том, что они освобождают от окончательной развертки отверстий при жестком глухом соединении и допускают стыковку при перекосенных отверстиях в узлах.

В. П.

ОБРАЩЕНИЕ

Комиссия по изданию трудов академика Александра Александровича Байкова, при Президиуме Академии Наук СССР, обращается с просьбой ко всем лицам, знавшим лично академика А. А. Байкова или имевшим с ним переписку, предоставить в ее распоряжение корреспонденцию, консультации, воспоминания, а также хранящиеся в личных архивах документы и фотографии, освещающие его деятельность на научном, производственном и общественном поприщах.

Указанные материалы необходимы при составлении биографии, а также для частичного опубликования их в издаваемых, по постановлению Совета Министров, СССР, научных трудах А. А. Байкова.

Просьба к руководителям — заводов, учреждений, организаций, научно-исследовательских институтов, постоянно-действующих комиссий и т. д., в которых академик А. А. Байков работал или принимал непосредственное участие, в качестве ли консультанта, или участника заседания и т. п., дать указание о пересмотре архивов и если будут обнаружены соответствующие документы, уведомить Комиссию и выслать копии их по адресу: Москва, Большая Калужская 6, Институт металлургии Академии Наук СССР, Комиссия по увековечению памяти академика А. А. Байкова.

Председатель Комиссии академик И. П. БАРДИН

Рецензия

Брак чугунного литья и борьба с ним, Сборник ВНИТОЛ. Авторы: Н. П. Дубинин, И. П. Егоренков, Л. М. Мариенбах, С. А. Скоморохов, Э. Я. Храпковский, В. М. Шестопал. Москва, МАШГИЗ, 1946, 196 стр., т. 5000, ц. 15 руб. в пер.

Давно назрела необходимость в выпуске руководящей литературы по борьбе с браком литья, и в этом отношении книга весьма актуальна и полезна.

Освещаемый вопрос сложен и труден. Причин брака очень много, причем одна и та же причина вызывает несколько видов брака, и, наоборот, один и тот же брак может явиться следствием многих причин. Способы борьбы с одним видом брака часто вызывают другие виды его. Все это вместе взятое сильно затрудняет обработку материала, усложняет его систематизирование и изложение в доходчивой форме.

Виды брака весьма разнообразны и требуют многогранных знаний со стороны специалистов. Авторы рецензируемой книги успешно справились с поставленной задачей и дали литейщикам весьма ценный труд.

Книга состоит из трех глав: I — Технический контроль в литейном производстве; II — Виды брака; III — Исправление дефектов в отливках.

Первая глава является скорее организационно-технической, чем технологической. Она написана хорошо и целеустремленно и занимает соответствующее ей место в книге.

Вторая глава — чисто техническая и разбита на восемнадцать разделов, в каждом из которых описывается отдельный вид брака: заливы, коробление, корольки, наросты, недолив и спай, отбел, пригар, раковины газовые, раковины земляные, раковины усадочные, рыхлота и пористость, раковины шлаковые, трещины горячие и холодные, ужимины, несоответствие металла по химическому составу, стандартам или техническим условиям по микроструктуре, несоответствие металла стандартам или техническим условиям по физико-механическим свойствам, несоответствие размеров и конфигураций отливок чертежам и несоответствие веса отливок стандартам и техническим условиям, механические повреждения.

Указанная разбивка продумана, сделана весьма старательно и может служить основой при изучении и классификации брака на заводах.

Почти по каждому виду брака описываются: 1) отличительные признаки, 2) способы обнаружения дефекта, 3) причины образования и 4) меры предупреждения. Этого недостаточно, — по тем видам брака, где это возможно, следовало остановиться на мерах исправления брака. Например, отбел и пригар надо не только предупреждать, но и устранять, если они уже получились. Вопросам исправления брака уделено мало внимания. Этот пробел не восполняется даже наличием специальной главы «Исправление дефектов в отливках», так как она касается исправления дефектов литья (в основном заварки), а не исправления отдельных видов брака. Эта глава несколько оторвана от предыдущих двух и скорее напоминает собою руководство по сварке металла, чем по борьбе с браком литья.

Помещая такую самостоятельную главу, авторы должны были сначала показать, какую долю в браке занимают дефекты литья, так как заварку литья вряд ли можно считать мерой исправления брака. Большей частью чугунные изделия после заварки не могут признаваться полноценными, а потому заварка их (в отличие от стальных) является скорее «спасением отливок». Вот почему не следовало сильно расширять эту главу, упуская более важные моменты, касающиеся исправления каждого вида брака в отдельности.

Книга написана культурно, хорошим языком. По каждому разделу представлен ценный и интересный материал. Однако в книге имеются недочеты. Укажем на некоторые из них.

На стр. 47 для доказательства, что чугун должен быть значительно перегрет, говорится: «выделяющиеся при затвердевании первичные кристаллы увеличивают внутреннее трение чугуна, повышают его вязкость и, следовательно, ухудшают жидкотекучесть чугуна и заполняемость формы». Из приведенных слов может создаться впечатление, что чугун заливается в формы после начала затвердевания. На самом деле он должен быть перегрет с таким расчетом, чтобы он успел заполнить форму еще задолго до начала затвердевания.

На стр. 56 описывается, как лучше испытывать закаленный чугун прессом Бринеля, чтобы получить меньше колебаний в показаниях, и между прочим указывается, что можно также проводить испытания прибором Роквелла по шкале С. Однако известно, что закаленный материал следует обязательно испытывать прибором Роквелла и что пресс Бринеля для этой цели не подходит.

В разделе — Раковины усадочные, рыхлота и пористость — совершенно не учтен опыт производства литья боеприпасов из сталистого чугуна во время Отечественной войны.

Практика показала, что чем лучше чугун, тем больше опасность получить при недостаточном перегреве пористость в нем. Между тем, о значении перегрева для борьбы с усадочными раковинами и пористостью ничего в книге не сказано. Не сказано также ничего и о графитной рыхлости, появляющейся в местах чрезмерного перегрева. Борьба с усадочной рых-

лостью очень часто вызывает графитную рыхлость.

На стр. 142 дано неправильное определение сорбита, как чего-то отличного от сорбитообразного перлита и содержащего больше углерода.

На стр. 143 указываются три формы углерода: а) свободный углерод, получаемый при остывании отливок, б) свободный углерод, получаемый при термической обработке, и в) связанный углерод.

Такое деление не может считаться научным, так как один и тот же вид углерода можно получить и при термической обработке и при остывании.

К сожалению, книга касается только брака главным образом серого чугуна. Крайне желательно, чтобы в скором времени вышли в свет книги, освещающие брак по другим видам литья.

В следующем издании книги указания замечания рекомендуется учесть.

Д-р техн. наук, проф. А. Ф. ЛАНДА

Новые издания Машгиза

Владзиевский В. С., проф., Выбор и контроль качества инструментальных сталей (ВНИИ), М., Машгиз, 1947, 126 стр. с черт., т. 6000, ц. 10 р. 50 к. в пер.

В книге приведены основные характеристики качества сталей, рассматривается влияние структуры на качество, а также вопросы выбора стали для данного инструмента, дефекты и контроль инструментальных сталей.

Книга предназначена для инженеров-производственников и работников научно-исследовательских институтов.

Доброгурский С. А., проф., Соколов Ф. А., доц. и Захарова Е. И., доц., Механизмы, Справочное руководство, М., Машгиз, 1947, 306 стр. с черт., т. 10 000, ц. 24 руб. в пер.

Книга содержит справочный материал по вопросам применения различных механизмов, который позволяет также конструкторам сопоставить и использовать схемы механизмов из области машин другого назначения.

Книга предназначена для инженерно-технических работников, связанных с проектированием различных механизмов.

Загребский П. П., Слесарь лекальщик, Свердловск, Машгиз, 1947, 111 стр. с черт., т. 5000, ц. 8 руб.

Автор излагает основные понятия о поверочном инструменте, изготовляемом лекальщиком, и дает описание основных видов измерительного и рабочего инструментов, которыми он пользуется в процессе работы. Наиболее широко освещается технология изготовления этих инструментов.

Книга предназначена для начинающего рабочего и может быть использована как пособие для проведения инструктажа или техминимума с молодыми рабочими.

Мягков В. Д., Краткий справочник конструктора-машиностроителя, М.—Л., Машгиз, 1945, 105 стр. с табл. и черт., т. 12 000, ц. 10 р. 50 к. в пер.

В справочнике приведены основные данные, необходимые конструктору-машиностроителю для получения справки по вопросам, наиболее часто встречающимся при конструировании. Освещены три раздела: 1) общие данные, 2) элементы резьб и 3) допуски и посадки. Материал составлен на основе действующих ГОСТ, ОСТ и нормалей машиностроительных заводов. Особое внимание уделено элементам конструирования, влияющим на технологичность конструкций.

Справочник предназначен для конструкторов-машиностроителей. Может быть использован также технологами.

Обзор иностранной техники, Инструментальное производство, вып. II, сост. Н. Ф. Логачев, под ред. д-ра техн. наук, проф. И. И. Семенченко, М., Машгиз, 1947, 110 стр. с илл. и черт., т. 10 000, ц. 8 руб.

В книге дается обзор достижений зарубежных стран в области инструментального производства за 1942—1944 гг. Освещены наиболее существенные вопросы современной техники инструментального производства, касающиеся новых методов резания металлов, создания и использования новых металлорежущих материалов и способов повышения режущей способности ин-

струментов путем усовершенствования процессов ковки, термообработки, хромирования, армирования и шлифовки.

Книга предназначена для инженерно-технических работников машиностроения.

Одинг И. А., член-корр. АН СССР, Допускаемые напряжения в машиностроении и циклическая прочность металлов, изд. 3 испр., М., Машгиз, 1947, 184 стр. с черт., т. 10 000, ц. 12 руб.

Излагаются вопросы прочности металлов на основе исследования сопротивляемости металлов усталости.

Книга предназначена для конструкторо-машиностроителей.

Опыт литейщиков и прокатчиков Кировского завода, под ред. Б. Д. Томилова, Л., Машгиз, 1947, 49 стр. с илл. и черт., т. 3000, ц. 2 р. 50 к.

Брошюра освещает те пути, которыми пришли к своим достижениям передовые рабочие завода, а также их творческую роль в послевоенном восстановлении и развитии металлургического производства завода. Брошюра рассчитана на стахановцев рабочих и инженерно-технических работников прокатных, литейных и кузнечных цехов машиностроительных заводов.

Техника тяжелого машиностроения, Сборник по металлургическому производству (БТИН Министерства тяжелого машиностроения), М.—Л., Машгиз, 1947, 44 стр., т. 2000, беспл.

Сборник посвящен обмену опытом заводов Министерства тяжелого машиностроения в области металлургического производства (Ново-Краматорского, Уральского им. Орджоникидзе и др.).

Сборник рассчитан на инженерно-технических работников заводов тяжелого машиностроения и металлургических.

Хельдт П. М., Автомобильные сцепления и коробки передач, перев. с англ. под ред. С. А. Лаштева, В. Ф. Родионова и канд. техн. наук А. В. Осипова, М., Машгиз, 1947, 328 стр. с черт., т. 5000, ц. 20 руб.

В книге, являющейся переводом работы Хельдта второго издания, рассмотрено большое количество конструкций автомобильных сцеплений и коробок передач. Даны также элементы их расчета, краткие сведения о применяемых в этих агрегатах материалах и о методах их обработки.

Книга предназначена для инженерно-технических работников, связанных с конструированием и производством автомобильных трансмиссий.

Металлургическое оборудование, каталог-справочник, II (Министерство тяжелого машиностроения СССР), М., Машгиз, 1947, 158 стр. с черт., т. 3000, ц. 40 руб. в пер.

Второй том справочника включает 43 наименования кранового оборудования, охватывающих 64 типоразмера металлургических и специальных кранов, и 16 наименований коксового оборудования.

Морозевич Б. А. и Сорокин А. И., Ковка крупных коленчатых валов, Свердловск, Машгиз, 1947, 36 стр. с черт., т. 3000, ц. 2 руб.

Авторы освещают опыт Уралмашзавода по ковке и термической обработке коленчатых валов.

Книга рассчитана на инженерно-технических работников кузнечной и термической специальностей.

Обзор иностранных журналов¹

КОНСТРУИРОВАНИЕ

Общие вопросы конструирования

A new automatic coupling and brake, „Oil Engine“, 1947, IV, vol XV, № 170.

Новая автоматическая муфта и тормоз. Конструкция новой муфты и преимущества ее применения на силовых установках в качестве регулятора скорости и автоматического тормоза. Описание 5 типовых схем устройства муфты.

¹ По материалам Центр. научн. техн. библиотеки Мин. тяжелого машиностроения, Центр научн. техн. библиотеки Мин. транспортного машиностроения, Центр научн. техн. библиотеки Мин. станкостроения и научн. техн. библиотеки ВНИИПТМАШ.

Borland J. M., White metal bearing applied to hot-steel rolling mills, „Journal of the Iron and Steel Institute“, 1947, IV, vol. 155, part 4.

Баббитовые подшипники станков для горячей прокатки. Требования к подшипникам данного типа для блюмингов, слябингов и листопрокатных станков, разработанные на основе продолжительного опыта эксплуатации.

Dooley J. L., Designing for pneumatics, part 1, General considerations and Compressors, „Machine Design“, 1947, IV, vol. 19, № 4.

Теоретический расчет мощности и производительности компрессоров для различных областей применения. Принципы конструирования и эффективного применения компрессоров. Описание схем нескольких компрессоров и воздухопроводов.

Heumann G. W., Interlocks ... their use in machine controls, „Machine Design“, 1947, IV, vol. 19, № 4.

Электромагнитные выключатели и их применение в управлении современными машинами. Типовые электрические схемы управления и включения магнитных выключателей. Описание устройства выключателей и условий их применения.

Bloomfield B., Designing face gears, „Machine Design“, 1947, IV, vol. 19, № 4.

Принципы расчета и конструирования зубчатых передач с прямыми торцевыми зубьями. Формулы для определения основных элементов передачи данного типа.

Газовые турбины

Chillson C. W., Knapp G. P., Mayer M., Automatic controls for gas turbines, „SAE Journal“, 1947, II, vol. 55, № 2.

Автоматическое управление газовой турбиной и требования, предъявляемые к нему в зависимости от условий работы турбины на самолете. Регулирование числа оборотов и температуры газовой турбины.

Rohsenow W. M., Hunsaker J. P., Part-load characteristics of marine gas turbine plant, „Transactions of ASME“, 1947, V, vol. 69, № 44.

Характеристики судовой газовой турбиной установки при парциальной нагрузке. Результаты исследования работы турбины и определения лучшего метода регулирования.

Mayer A., Swiss develop new gas turbine units, „Electrical World“, 1947, 4/1, vol. 127, № 1.

Результаты испытания новой газотурбинной установки мощностью 12 тыс. квт, выполненной в Швейцарии по заказу Румынии и одновальной турбины в 4000 квт. Описание экспериментальной газовой турбины в 3000 квт с новым элементом „Комплекс“ (обменник давлений), принципа работы нового элемента и его преимуществ.

Tellott I., The gas turbine power plant, „Power Plant Engineering“, 1947, I, vol. 51, № 1; II, vol. 51, № 2.

Газотурбинная силовая установка. Принципы конструирования турбин открытого и замкнутого цикла. Методы расчета рабочих характеристик установки и ее элементов. Сравнение газотурбинной установки с паросиловой при одинаковой мощности.

Meyer A., The marine gas turbine, „Shipbuilding and Shipping Record“, 1947, 6/II, vol. 63, № 6.

Судовая газотурбинная установка. Конструкции и характеристика 5 типов турбин Брун Бовери мощностью 2000, 2800, 7000 и 11300 л. с. Схема упрощенной конструкции двухступенчатой судовой газовой турбины.

Rapini A., A higher temperature gas turbine, „Diesel Power and Diesel Transportation“, 1947, IV, vol. 25, № 4.

Газовая турбина, работающая при повышенной температуре. Обзор развития кон-

струкции газовой турбины с 1791 г. Возможные методы улучшения работы газовой турбины.

Двигатели внутреннего сгорания

Minnich J. B., Development of chrome plated piston rings for aircraft engine, „Automotive and Aviation Industries“, 1947, I/1, vol. 96, № 1.

Применение хромированных поршневых колец в авиационных двигателях. Исследование хромирования иллюстрируется диаграммами, показывающими сопротивление усталости стальных и чугунных хромированных и нехромированных колец.

Diesel engine specifications number 1947, „Diesel Power and Diesel Transportation“, 1947, IV, vol. 25, № 4.

Спецификация дизелей основных американских фирм на 1947 г. Характеристика дизелей с указанием мощности и веса.

Moir H. L., Hemingway H. L., Effect of crankcase ventilation on engine deposits, „Automotive and Aviation Industries“, 1947, I/1, vol. 96, № 1.

Влияние вентиляции картера на отложения и загрязнение двигателя. Обзор различных систем вентиляции и их эффективности.

Penfold N. C., Gray D. S., Oil filtration and its effect on engine wear, „Automotive and Aviation Industries“, 1947, I/1, vol. 96, № 1.

Результаты опытов по изучению влияния степени очистки масла на износ двигателя. Сравнительные диаграммы, показывающие концентрацию железа в масле и износ поршневых колец при различной степени очистки.

SAE 1947 annual meeting sets new records, „SAE Journal“, 1947, II, vol. 55, № 2.

Обзор материалов годовой конференции 1947 г. SAE по двигателям внутреннего сгорания. Проблемы улучшения качества металлов для дизелей, топливной аппаратуры, веса и др.

Critchlow E. F., Bean W. T., Crankshaft bending vibration, „SAE Journal“, 1947, III, vol. 55, № 3.

Вибрации коленчатого вала. Результаты исследования вибраций коленчатого вала при испытании на сопротивление усталости при изгибе.

Hall N. A., Fuel-air ratios for constant-pressure combustion, „SAE Journal“, 1946, XII, vol. 54, № 12.

Состав горючей смеси для сгорания при постоянном давлении. Номограммы для определения коэффициента смещения, формулы для построения номограмм и примеры их применения. Использование номограмм при исследовании процесса сгорания в газовых турбинах и реактивных двигателях.

The Ferguson tractor, „Automobile Engineer“, 1947, II, vol. 37, № 485.

Подробное описание, с приложением чертежей и иллюстраций, колесного трактора с гидравлическим управлением конструкции Форджосона. Техническая характеристика трактора и его двигателя.

Подъемно-транспортные и дорожные машины

Lucas A. S., A crane maintenance program that cut cost 30 per cent, „Factory Management“, 1947, II, vol. 105, № 2.

Программа обслуживания 25 мостовых кранов грузоподъемностью от 1 до 50 т. Снижение эксплуатационных расходов на 30% в результате пунктуального выполнения программы.

Morris John S., Lukens Telescopic stiff-leg soaking pit crane, „Iron and Steel Engineer“, 1946, IX, vol. 23, № 9.

Конструкция и принцип работы крана для нагревательных колодцев. Характеристика крана с прямоугольной телескопической поворотной колонной. Система автоматической смазки колонны.

Holting the heavy weights, „Engineering News Record“, 1946, 13/VI, vol. 136, № 24.

Кран грузоподъемностью 250 т при вылете стрелы 5,3 м. Конструкция стрелы, обеспечивающая максимальный вылет. Специальные малолегированные и высокопрочные стали для изготовления конструкций крана.

Reibel Sidney, Trolley conveyors, „Product Engineering“, 1947, II, vol. 18, № 2.

Анализ конструкций тележек конвейеров различных типов, выбор шага между ними, типовых размеров и креплений. Таблицы допустимых нагрузок в зависимости от скорости и температуры.

Die-handling truck, „Factory Management“, 1947, III, vol. 105, № 3.

Автокары для транспортировки поковок и матриц с механизмом для подъема грузоподъемностью 25 т. Описание конструкции и техническая характеристика автокары.

Fork truck attachment solves tough problems, „Mill and Factory“, 1946, X, vol. 39, № 4.

Специальное приспособление к подвижной платформе для погрузки тяжелых грузов в ж.-д. вагоны и штабелирования грузов на значительную высоту. Описание приспособления и техническая характеристика.

First national materials handling convention and exposition, „Steel“, 1947, 20/I, vol. 120, № 3.

Материалы первого съезда представителей фирм, занятых производством подъемно-транспортных машин. Описание выставки оборудования и методов транспортировки сырья и изделий.

Cargo hoists on aircraft, „Mechanical Handling“, 1946, XI, vol. 39, № 11.

Подъемные устройства для погрузки и разгрузки самолетов Дуглас. Описание конструкции устройства и его техническая характеристика.

ТЕХНОЛОГИЯ

Сварка и резка металлов

Deep fillet gas welding, „Iron Age“, 1947, 23/I, vol. 159, № 4.

Газовая сварка с глубоким валиковым швом. Описание метода газовой сварки,

применявшегося в Германии в военное время.

Laughner V. H., Electric arc-oxygen process speeds cutting of alloy steels, „Machinery“, N. Y., 1947, I, vol. 53, № 5.

Электродуговая кислородная резка легированных сталей. Новый метод электродуговой резки с применением струи кислорода для повышения нагрева и ускорения процесса резки легированных сталей, чугуна и цветных металлов. Режимы резки в зависимости от толщины и качества металла.

Bradburn L. C., Kett J. M., Tayberson J. E., Depositing overlaid surfaces by the submerged melt welding process, „Machinery“, N. Y., 1947, I, vol. 53, № 5.

Ремонт деталей наплавкой металла под слоем флюса. Наплавка методом „Юнион-мелт“ нержавеющей стали и других сплавов и достижение твердости до 500 НВ.

Heron S. D., How silver brazing may simplify casting design, „Steel“, 1947, 7/IV, vol. 120, № 14.

Упрощение конструкций литых деталей за счет применения пайки серебряным припоем. Результаты экспериментальных работ по применению пайки в изготовлении блсков цилиндров и других деталей.

Semper E. S., Oxygen cutting, „Welding“, 1947, IV, vol. XV, № 4.

Кислородная резка металлов. Описание переносных машин последних конструкций и различных приспособлений для резки металлов.

Термообработка

Attempts to accelerate the nitriding of steels, „Engineer“, 1947, 7/V, № 4754.

Методы ускорения процесса азотирования стали. Обзор методов ускорения иллюстрируется диаграммами.

Chase H., Hard chrome plating finds wide use at Ford, „Iron Age“, 1947, 30/I, vol. 159, № 5.

Применение твердого хромирования на заводе Форда. Описание цеха, процесса подготовки инструмента и повторной обработки деталей для обеспечения износостойких поверхностей.

Lloyd T. E., Case hardening wrist pins with induction heat, „Iron Age“, 1947, 30/I, vol. 159, № 5.

Цементация поршневых пальцев с применением индукционного нагрева. Описание процесса цементации и новой установки, обеспечивающей повышение производительности до 1000 шт. в час.

Обработка резанием

Zanke P., Barkow A. G., Schmidt A. O., X-ray diffraction analyses of cold work produced by face milling, „Iron Age“, 1947, 23/I, vol. 159, № 4.

Рентгеновское исследование наклепа, вызываемого торцевым фрезерованием. Описание испытаний, показавших, что применение отрицательных углов на режущем инструменте вызывает интенсивный и глубокий наклеп.

С О Д Е Р Ж А Н И Е

(Окончание)

ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Пути внедрения автоматической сварки в промышленность — инж. Д. Л. Гли- маненко	69
Изобретения и улучшения: Карманный паровой котел системы инж. П. Л. Казаковцева — П. К.	71
Публикация изобретений	73
Новые стандарты — В. П.	74
Обращение	75

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

Рецензия	76
Новые издания Машгиза	77
Обзор иностранных журналов	78

Zlatin N., Photographic studies contribute to better machining methods, „Steel“, 1947, 17/III, vol. 120, № 11.

Нахождение наилучших условий обработки металлов резанием путем изучения процессов с помощью фотографии. Результаты исследований фирмы Цициннати.

Crisp W. H., Burnap W., Machining of stainless steels, „Machinery“, London, 1947, 2/I, vol. 70, № 1786.

Механическая обработка нержавеющей сталей. Классификация марок стали по обрабатываемости. Анализ условий обработки нержавеющей сталей при черновой и чистовой обточке, сверлении, нарезании резьбы и других механических операциях.

Nott R. H., R., Turning non-circular shapes, „Machinery“, London, 1947 3/IV, vol. 70, № 1797.

Обточка некруглых профилей. Особенности работы специальных токарных стан-

ков. Методы обточки кулачковых валов и других деталей автомобилей и судовых дизелей.

Generation 41 inch pinions, „Steel“, 1947, 14/IV, vol. 120, № 5.

Нарезание крупных шестерен методом обкатки. Краткое описание станка и режущего инструмента, применяемых в производстве ведущих зубчатых колес для привода блуминга.

Iwaschew W., Wet turning with cemented carbide tools, „Machinery“, London, 1947, 23 I, vol. 70, № 1789.

Применение охлаждающих жидкостей при обточке твердосплавными инструментами.

Влияние охлаждения на стойкость твердосплавного резца. Описание методов обточки снарядов в Германии в военное время.

Составил А. М. Каратыгин

Адрес редакции: Москва 12, ул. Куйбышева 4, пом. 12, тел. К 5-96-89

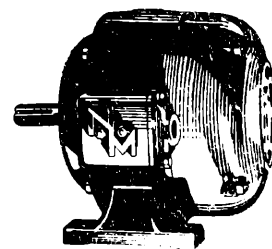
Техн. редактор С. М. Попова	
А09962. Сдано в произв. 12/IX 1947 г. 5 печ. л. 9 уч.-изд. л. Печ. зн. в 1 п. л. 72000	
Тираж 4000 экз. Подп. к печ. 28/X 1947 г. Зак. 563. Ф. 70 × 108/16	Цена 8 руб.

13-я тип. треста „Полиграфкнига“ ОГИЗа при Совете Министров СССР. Москва. Денисовский 30.

Цена 8 руб.

Громадная экономия в результате рационализации производства и снабжения

Новый стандартный тип электро-мотора устраняет необходимость пользования специальными типами



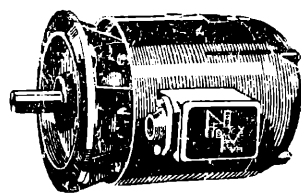
В СЕМ известны многочисленные случаи в обыденной жизни, когда какой-нибудь предмет вчера еще считавшийся роскошью и доступный лишь немногим, сегодня стал популярным и общедоступным для всех. Множество аналогичных случаев имеется и в области техники. Бывшие, так называемые, „специальные“ и „дополнительные“ приспособления, со „специальной“ и „дополнительной“ ценой на них, нередко превращались в неотъемлемые части стандартного предмета, будь то самолет, автомобиль или, для примера, электро-мотор.

В области электро-моторов, это стремление повысить общий стандарт, подчеркнуто последовательской работой по рационализации, проведенной Британской фирмой „Ньюман Моторс“, которая, порвав со всеми существующими традициями, сосредоточила все внимание на стандартизации совершенно закрытого мотора, взамен обычной стандартизации „экранного“ типа, с его ограниченными возможностями.

Результаты этого шага очень значительны. В области моторо-

строения это означает, что совершенно закрытый тип мотора, с универсальностью его применения, обычно снабжаемый до сего времени только по специальному заказу и по повышенной цене — теперь выпускается приблизительно по той же цене, что и обыкновенные моторы „экранного“ типа. Специалистам инженерам из этого будет очевидно, что при покупке и пользовании, большими предприятиями достигается громадная экономия. Необходимость покупки специальных типов моторов не „особым“ ценам — совершенно **отпадает**, так как стандартный тип моторов „Ньюман“, при любой мощности и любом электрическом применении почти что во всем изменением в рабочих условиях.

Моторы „Ньюман“ имеются мощностью от $\frac{1}{2}$ до 25 л.с. в 2-х или 3-х фазном классе и от $\frac{1}{4}$ до 4 л.с. в одно-фазном классе; все они 50-ти циклового типа, снабжены ножками или фланцами, в зависимости от требований. За дальнейшими подробностями обращаться к фирме:



„НЬЮМАН МОТОРС“

Главная контора по продаже:

32, Виктория Стрит
Лондон, С.В.І. Англия

Выписка заграничных товаров может последовать лишь на основании действующих в СССР правил о монополии внешней торговли