

ВЕСТНИК МАШИНОСТРОЕНИЯ

7

**МАШГИЗ
1947**

С О Д Е Р Ж А Н И Е

КОНСТРУИРОВАНИЕ

	Стр.
<i>Кудрявцев И. В.</i> , канд. техн. наук и <i>Новиков В. И.</i> , инж. — Исследование прочности поверхностно-закаленной стали при циклических нагрузках	1
<i>Цехнович Л. И.</i> , канд. техн. наук — Исследование оптическим методом напряжений в зубьях	12
<i>Роскошный Г. К.</i> , канд. техн. наук, доц. — О рациональных конструктивных формах гаек	21

Из опыта эксплуатации машин

<i>Житков Д. Г.</i> , канд. техн. наук, <i>Некрасов Н. Н.</i> , инж., <i>Поспехов И. Т.</i> , инж. — К вопросу о браковке изношенных стальных канатов	25
---	----

Новые машины

Новые конструкции доменного оборудования — инж.-ры <i>Гаврилов С. М.</i> и <i>Качанов В. Ф.</i>	30
---	----

ТЕХНОЛОГИЯ

<i>Бальшин М. Ю.</i> , канд. техн. наук — Металлокерамика в машиностроении новой пятилетки	33
<i>Гуляев А. П.</i> , д-р техн. наук, проф. — Влияние легирующих элементов на цементуемость железа	44
<i>Саверин М. М.</i> , канд. техн. наук, — Влияние обдувки дробью на повышение усталостной прочности деталей	47
<i>Леви Л. И.</i> , канд. техн. наук — О скорости затвердевания стали в песчаных формах и кокилях	52

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

<i>Шульман И. А.</i> , инж. — Пути сокращения длительности производственного цикла	57
<i>Ратнер М. Л.</i> , канд. техн. наук и <i>Устьянцев А. В.</i> , инж. — Статистический контроль в производстве нормалей	64

ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Изобретения и улучшения: Скоростная электросварка валиковым швом с глубоким трогарем кроя шва — <i>А. П.</i> Самозагружающийся передвижной конвейер системы <i>Сегаль И. С.</i> — <i>А. П.</i>	66
Публикация изобретений	67
Новые стандарты: <i>Гордон В. О.</i> , проф. и <i>Трахтенберг Г. Х.</i> , инж. — Новые стандарты на чертежи в машиностроении	68
В Комиссии по качеству поверхности при Институте машиноведения АН СССР — инж. <i>Розенбаум Б. С.</i>	72

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

Рецензия	74
Новые издания Машгиза	75
Из прочитанного в советских технических журналах (1947 г.)	76
Обзор иностранных журналов	79

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 промышленности,
Транспортного машиностроения, Машиностроения и приборостроения

1947 г. июль

Год издания XXVII

№ 7

КОНСТРУИРОВАНИЕ

Исследование прочности поверхностно-закаленной стали при циклических нагрузках

Канд. техн. наук И. В. КУДРЯВЦЕВ и инж. В. Н. НОВИКОВ

Поверхностная термическая обработка сталей индукционным способом, получившая в современном машиностроении значительное распространение, до сих пор, однако, применяется только для повышения износоустойчивости поверхности трущихся деталей. К поверхностной электрозакалке как средству повышения прочности машиностроительных деталей принято относиться с большой осторожностью. Известно [1], что закалка путем нагрева токами высокой частоты вызывает возникновение в изделии значительных внутренних напряжений, которые могут оказаться полезными, но также могут вызвать образование микротрещин в самом закаленном слое и в слоях металла, расположенных непосредственно под закаленной коркой. Большое значение имеет глубина закалки и длительность пребывания изделий в условиях высокого нагрева.

Наконец, для деталей сложной конфигурации необходим такой режим поверхностной закалки, который может создать закаленный слой нужной толщины на различных сечениях деталей, особенно в местах резких переходов от одного сечения к другому. Последнее весьма существенно, но не всегда легко выполнимо. Это может привести к неблагоприятному распределению остаточных напряжений, образованию микротрещин, прерывистому закаленному слою и другим явлениям, способным свести на-нет упрочняющее действие поверхностной закалки и даже понизить прочность детали.

Еще в 1930 г. в статье, посвященной изучению прочности поверхностно-закаленных изделий, проф. И. А. Одинг и доц. Э. В. Шлейер [2] писали:

„Следует констатировать чувствительность этого вида термообработки, необходимость широкого и глубокого исследования нового технологического процесса, оставаясь вполне уверенным в том, что можно

установить и такие режимы, которые в значительной степени повысят сопротивление усталости стали, что имеет решающее значение в вопросах прочности современного машиностроения. Для этого нужны дальнейшие эксперименты, в особенности в отношении обработки легированных сортов стали".

В цитируемой работе были приведены результаты многочисленных опытов авторов по исследованию статической и усталостной прочности стали трех марок: 40, 40X и 36ХН4А, подвергнутой закалке с нагревом токами высокой частоты. К сожалению, им не удалось подобрать такой режим закалки, при котором создавался бы равномерный поверхностный слой в местах перехода от рабочей части цилиндрических образцов к головкам.

Результаты экспериментов, проведенных авторами, позволили им еще тогда же сделать вывод о необходимости более совершенной техники поверхностной закалки, если она предназначена для повышения прочности деталей с высокими переменными напряжениями.

В качестве иллюстрации к выводам проф. Одингга можно привести еще следующие данные, сообщенные Вильсоном [3] на Лондонской конференции по чистоте поверхности, состоявшейся в марте 1945 г. Английским научно-исследовательским комитетом по автострессу были произведены испытания на усталость (изгиб) полноразмерных образцов шестиколеччатых валов авиамоторов из никеле-хромо-молибденовой стали с сопротивлением на разрыв от 100 до 116 кг/мм². Опорные поверхности коренных и шатунных шеек валов были подвергнуты поверхностной закалке и затем отшлифованы. Прошлифованы были также галтели. Благодаря такой обработке предел усталости этих валов снизился на 33%. Зона закалки, твердость которой составляла 550 по Виккерсу, не доходила до галтелей, — их твердость оставалась равной 330. Разрушения произошли в незакаленных галтелях. Снижение прочности явилось, видимо, следствием неблагоприятных остаточных напряжений в сочетании с довольно резким переходом от закаленной поверхности к незакаленной.

Перед войной в ЦНИИТМАШ авторами настоящей статьи [4] были проведены испытания на усталость образцов, поверхностно закаленных токами высокой частоты; образцы имели форму цилиндров диам. 10 мм из сталей марок 40, 40X и Э10. Эти испытания показали, что если подобрать надлежащий режим закалки, при котором были бы предотвращены изломы в галтелях, то происходит повышение пределов усталости на гладких цилиндрических образцах из сталей всех испытанных марок. В отдельных случаях повышение пределов усталости, например у стали 40X, достигало 100%.

Для экспериментов была выбрана сталь марки 50X состава 0,51% С; 0,18% Si; 0,67% Mn; 0,026% S; 0,90% Cr; Ni — следы. Все заготовки для образцов подверглись нормализации. Величина зерна стали по шкале Мск-Кведа была в пределах 4 и 5 баллов. Одна часть образцов подвергалась поверхностной закалке с нагревом токами высокой частоты в нормализованном состоянии (в дальнейшем условные обозначения образцов этой серии имеют индекс Н, т. е. нормализованные). Другая часть образцов после нормализации и перед поверхностной закалкой подвергалась улучшению (закалка при 840° в масле и отпуск при 600 в течение 2 час.). Подвергавшиеся улучшению образцы имели припуск в 1—1,5 мм против окончательных размеров. Соответствующие условные обозначения серий улучшенных образцов имеют индекс У.

Механические свойства стали свидетельствуют о достаточной однородности ее (табл. 1).

Испытания на усталость проводились на машинах типа УИПМ конструкции и изготовления ЦНИИТМАШ. На рис. 1 показан общий вид такой машины.

Таблица 1

Механические свойства стали до поверхностной закалки
(средние значения)

Состояние стали	Предел прочности при растяжении σ_b	Предел текучести $\sigma_{0,2}$	Истинный предел прочности при растяжении σ_z	Относительное удлинение δ_5	Относительное сужение ψ	Ударная вязкость a_k	Твердость по Бринеллю H_B
Нормализованная	82,0	45,5	140,8	18,1	54,8	5,7	240
Улучшенная	88,4	71,9	164,9	16,5	62,8	13,9	255

Машины создают в образце переменные изгибающие напряжения постоянным моментом. В каждой машине имеются два шпиделя с индивидуальным приводом от электромотора со скоростью вращения



Рис. 1. Машины ЦНИИТМАШ типа УИПМ для испытания металлов на усталость

в 1500 или 2800 об/мин. Форма и размеры образца, подвергавшегося испытанию на усталость, приведены на рис. 2. После поверхностной закалки рабочая часть образцов никакой механической обработке не подвергалась.

Всего было изготовлено и испытано 12 серий образцов, результаты испытаний которых приведены далее в табл. 3. Каждая серия состояла из 6 — 8 образцов, необходимых для получения кривой Веллера.

Установив режимы поверхностной закалки, мы стремились получить однородный закаленный слой равномерной толщины в рабочей,

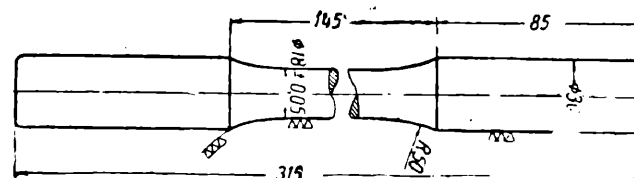


Рис. 2. Образец для испытания на усталость

цилиндрической части образцов и в галтелях. При этом особое внимание было обращено на то, чтобы закаленный слой в галтелях образцов имел достаточную глубину.

После ряда предварительных экспериментов был выбран способ непрерывно-последовательного нагрева и закалки с одновременным вращением образцов. Нагрев под закалку выполнялся в одновитковом

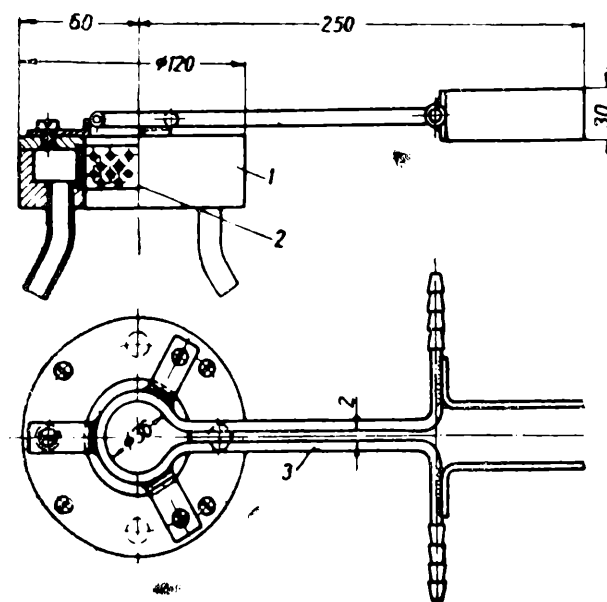


Рис. 3. Индуктор для поверхностной закалки образцов.
1 — текстолитовая коробочка; 2 — медная шинка; 3 — медная трубка
диам. 8/6 мм

кольцевом индукторе, сделанном из медной трубки. Индуктор постоянно охлаждался проточной водой. Снизу к нему была прикреплена текстолитовая коробочка со спрейером, вода в который подавалась с торцевой стороны коробочки. Эскиз индуктора дан на рис. 3.

Была принята схема нагрева образца за один проход, т. е. за одну операцию при поступательном движении образца нагревались и закаливались: головки, галтели и цилиндрическая рабочая часть. Для получения закаленного слоя одинаковой

глубины на всех участках образца независимо от их сечения образец при закалке перемещался с переменной скоростью, а именно с большей на участках с большим диаметром и наоборот.

Линейные скорости при обработке галтелей соответствовали скорости обработки тонкой цилиндрической части образца. Управление ходом гидравлического закалочного станка было отрегулировано так, что позволяло в нужный момент очень быстро и точно изменять линейную скорость образца. В связи с указанной особенностью обработки последних внутренний диаметр индуктора определялся размерами головок образца.

Термообработанные образцы были проверены магнитодефектоскопическим способом на наличие продольных и поперечных трещин, и никаких дефектов в них обнаружено не было.

Значительные трудности представляла обработка партии образцов с предварительным подогревом до 450°. Для этого была изготовлена трубчатая печь с нихромовыми нагревателями, закрепленная на закалочном станке высокочастотной установки. Образец устанавливался в специальных центрах закалочного станка, проходящих через указанную печь сопротивления. Нагретый до заданной температуры 450° образец с помощью гидравлического хода станка поступал в индуктор со спрейером. Вследствие близкого расположения индуктора от печи, при поверхностной закалке нижней части образца, остальная его часть продолжала находиться в муфеле печи. Это полностью устраняло возможность падения температуры предварительно подогретого образца, когда он поступал в индуктор.

Температура измерялась термомпарами, установленными в муфеле печи на различной высоте. Поверхностная закалка образцов проводи-

лась на высокочастотной установке мощностью 100 квт, работающей по трехточечной схеме Хартлея, с самовозбуждением на одной лампе, типа Г-433. Рабочая частота генератора — 210 000 гц. Режимы закалки приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Режимы поверхностной закалки образцов

Серии образцов	Диаметр индуктора мм	Мощность постоянного тока, квт	Скорость подачи, м/сек		Охлаждение до 30—35°	Режим отпуска		Твердость закаленной поверхности R _C =150
			рабочей части	головки		температура, °C	время час.	
Н-1, У-1, Н-1-П, У-В-1 и Н-4	36	85	8,0	12	Спрейерное	180	1	56—59
Н-2	36	75	6,5	14		180	1	56—59
Н-3 и Н-3-П	36	85	8,0	12		350	1	48—51

Примечание. Глубина закаленного слоя в образцах всех серий составляет 0,9—1,0 мм.

На рис. 4 показан макрошлиф образца в продольном разрезе. Следует отметить, что глубина закаленного слоя на тонкой цилиндрической части образца и галтели достаточно равномерна. В местах перехода галтели в головку закаленный слой значительно утолщается.

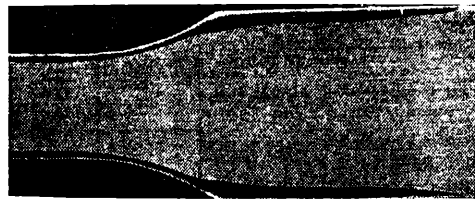


Рис. 4. Макрошлиф закаленного гладкого образца

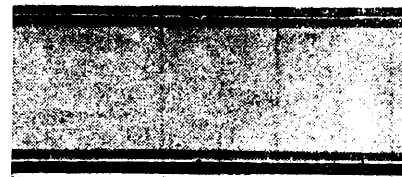


Рис. 5. Макрошлиф закаленного образца с круговой выточкой

Это объясняется особенностями принятой схемы поверхностной обработки образцов.

Фотоснимок продольного макрошлифа образца с круговой выточкой, приведенный на рис. 5, показывает, что круговая выточка не оказывает заметного влияния на глубину поверхностно закаленного слоя цилиндрической части образца.

Из каждой партии термообработанных образцов были отобраны образцы для металлографического исследования. Травление микрошлифов производилось 2%-ным раствором азотной кислоты в спирте. Результаты микроисследования сводятся к следующему.

В образцах с температурой отпуска 180° характерными для структуры поверхности являются мартенсит мелкоигльчатого или бесструктурного типа. Переходная зона представляет троостомартенсит и троостосорбит с включениями феррита. Структура переходной зоны образцов серий У заметно более мелкого строения, а в зоне неполной закалки, при переходе к исходной структуре, феррит имеет характер мелких включений. Переход к сердцевине стали достаточно плавный и составляет в среднем около 30% глубины всего закаленного слоя; несколько больше переходная зона в образцах серий У, где глубина ее доходит до 40%.

Микроструктура поверхности образцов, прошедших отпуск при 350°, представляет троостомартенсит. Структура переходной зоны имеет тот же характер, что и у образцов, описанных выше.

Испытания на твердость показали достаточную равномерность по всей поверхности образцов; колебания твердости находятся в допустимых пределах (в среднем 2—3 ед.).

Перечень испытанных образцов и результаты их испытаний даны в табл. 3.

Таблица 3

Результаты усталостных испытаний образцов диам. 18 мм

№ п.п.	Серии	№ рисунка	Термическая обработка и характер образцов	Предел выносливости	
				кг/мм ²	%
1	Н	6	Нормализованные, гладкие	35,6	100
2	Н-1	6	Нормализованные, с последующей поверхностной закалкой на глубину около 1 мм, гладкие	46,2	130
3	У	6	Улучшенные, гладкие	40,7	114
4	У-1	6	Улучшенные, с последующей поверхностной закалкой на глубину около 1 мм, гладкие	57,8	162
5	Н-2	7	Нормализованные, с последующей поверхностной закалкой на глубину ~1 мм с подогревом до 450°, гладкие	48,0	135
6	Н-П	8	Нормализованные, с круговой выточкой	19,8	56
7	Н-1-П	8	Нормализованные, с последующей поверхностной закалкой, с круговой выточкой	49,0	138
8	Н-3	9	Нормализованные, с последующей поверхностной закалкой и высоким отпуском, гладкие	48,5	136
9	Н-3-П	9	То же, что Н-3, но с круговой выточкой	43,8	123
10	Н-4	10	То же, что Н-1, но с частичной (по длине образца) закалкой, гладкие	31,3	88
11	У-П	11	То же, что У, но с натяжной втулкой	13,7	38
12	У-В-1	11	То же, что У-1, но с натяжной втулкой	53,5	150

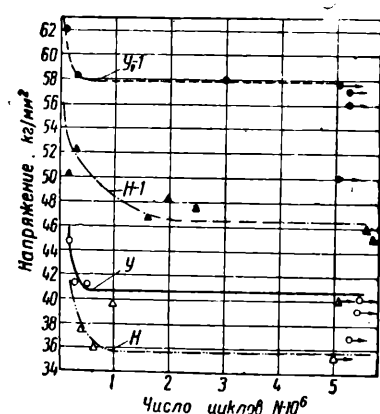


Рис. 6. Кривые усталости гладких образцов. До поверхностной закалки: серия Н, $\sigma_w = 35,6$; серия У, $\sigma_w = 40,7$. После поверхностной закалки: серия Н-1, $\sigma_w = 46,2$; серия У-1, $\sigma_w = 57,8$

Кривые Веллера, полученные при испытаниях различных серий образцов, приведены на рис. 6—11. Испытания образцов первых четырех серий, т. е. Н; Н-1; У и У-1 показали, что предел выносливо-

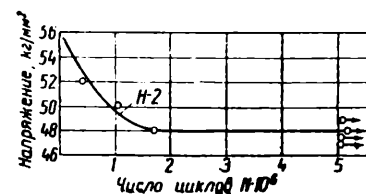


Рис. 7. Кривая усталости образцов серии Н-2 — нормализованных, подвергшихся предварительному подогреванию и поверхностно закаленных

сти гладких образцов вследствие их обработки токами высокой частоты значительно повышается (рис. 6). Повышение предела усталости

нормализованных образцов благодаря поверхностной закалке оказалось равным 30%, а улучшенных образцов — 42%.

Изломы поверхностно-закаленных образцов (серий Н-1 и У-1) в большинстве происходили вне галтелей. Из этих двух серий только

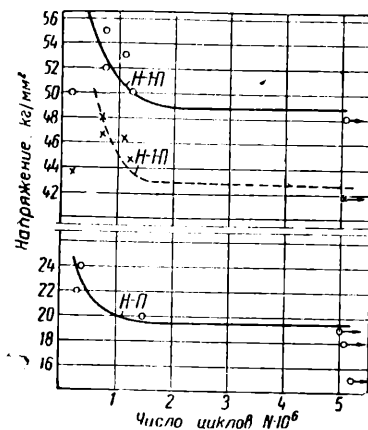


Рис. 8. Кривые усталости образцов с круговой выточкой. Серия Н-П, $\sigma_w = 49,0$, нормализованные; серия Н-П-П, $\sigma_w = 19,8$, нормализованные и поверхностно закаленные

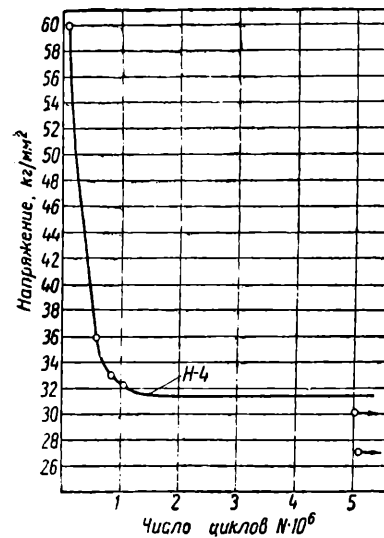


Рис. 10. Кривые усталости образцов серии Н-4, $\sigma_w = 31,3$, подвергшихся частичной по длине закалке

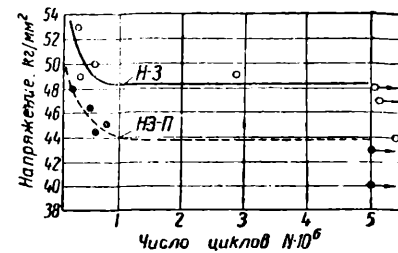


Рис. 9. Кривые усталости образцов. Серия Н-3, $\sigma_w = 48,5$ — образцы нормализованные с последующей поверхностной закалкой и отпуском при 350°. Серия Н-3-П, $\sigma_w = 43,8$, образцы с круговой выточкой, подвергшиеся той же термической обработке, что и серии Н-3

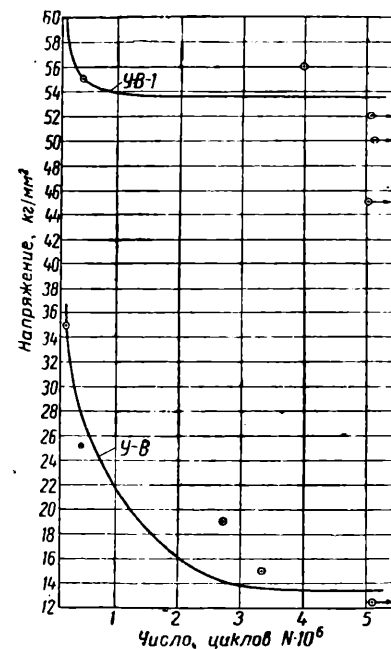


Рис. 11. Кривые усталости образцов с натяжной втулкой. Серия У-В, $\sigma_w = 13,7$ до поверхностной закалки; серия У-В-1, $\sigma_w = 53,5$, после поверхностной закалки

у двух образцов излом произошел в галтелях. При этом в обоих случаях были обнаружены дефекты закалки, а именно неравномерная толщина закаленного слоя в галтелях (рис. 12).

Рассмотрение усталостных изломов приводит к заключению, что разрушение поверхностно-закаленных образцов начинается не с их поверхности, а под закаленным слоем в непосредственной близости

к нему. Объясняется это, видимо, двумя причинами. Во-первых, подкорковая зона образца менее прочна, чем поверхностный слой, во-вторых, в ней возникают остаточные растягивающие напряжения, которые, как показал проф. Конторович [1], достигают при поверхностной закалке значительной величины.

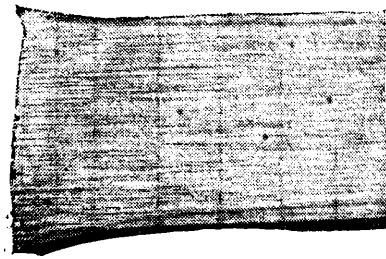


Рис. 12. Дефект поверхностной закалки, вызвавший поверхностный излом галтели образца

Например, для стали ХНВ при поверхностной закалке образцов диам. 49 мм на глубину 3 мм им были получены эпюры остаточных напряжений, приведенные на рис. 13, откуда видно, что в данном случае растягивающие осевые напряжения составляли около 20 кг/мм^2 , в других же случаях для этой же стали они достигали 35 кг/мм^2 .

Опыты над образцами пятой серии (Н-2) преследовали следующую цель. Так как большие остаточные напряжения в поверхностно-закаленных образцах могут сильно изменить определяемую величину предела выносливости [5], то мы сделали попытку уменьшить эти напряжения. Образцы серии Н-2 подвергались поверхностной электрозакалке после предварительного подогрева в муфельной электропечи до 450° . Предполагалось, что благодаря этой операции величина остаточных напряжений в образцах при поверхностной закалке уменьшится и, следовательно, обработанные таким образом образцы могут показать другой предел выносливости, чем образцы без предварительного подогрева (серия Н-1). Однако найденный предел выносливости (48 кг/мм^2) предварительно нагревавшихся образцов мало отличается от предела выносливости образцов серии Н-1, составляющего $46,2 \text{ кг/мм}^2$. Разница между этими величинами настолько мала, что может быть отнесена за счет неточностей эксперимента. Таким образом предварительный подогрев образцов оказался мало эффективным. Это можно объяснить либо тем, что эпюра остаточных напряжений в образце изменилась незначительно, либо тем, что созданное новое напряженное поле оказалось равноэффективным предыдущему.

Две следующие серии образцов (Н-П и Н-1-П) были приготовлены и испытаны для определения влияния выточек на усталостную прочность поверхностно закаленных образцов. Характер распределения закаленной зоны в них был такой же, так и в образцах без выточек (рис. 14, а и в). Круговая выточка производилась профильным резцом на токарном станке; она наносилась по середине образца перед

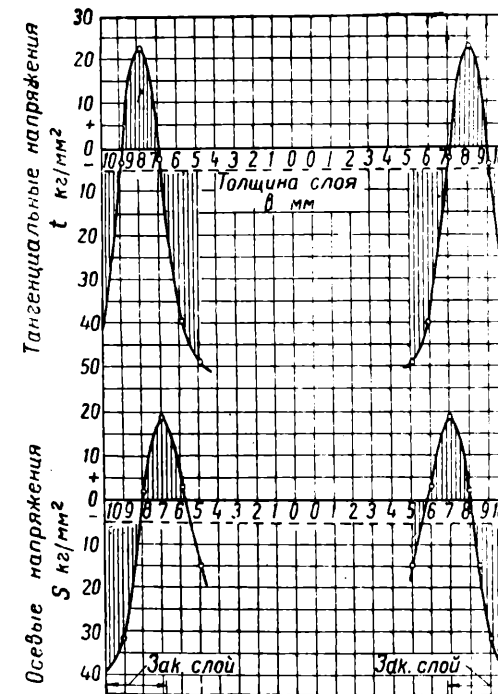


Рис. 13. Эпюры тангенциальных и осевых остаточных напряжений в образце из стали ХНВ, поверхностно закаленном на глубину 3 мм

поверхностной закалкой. Выточка имела следующие размеры: глубина $t=0,4$ мм, радиус дна $\rho=0,28$ мм, радиус сечения образца в месте выточки $r=8,6$ мм.

Согласно номограммам Нейбера [6], теоретический коэффициент концентрации напряжений при изгибе для выбранной выточки $\alpha_k=2,9$.

Результаты испытаний надрезанных образцов серии Н-П приведены на рис. 8. Предел выносливости для образцов этой серии — $19,8$ кг/мм². Так как для ненадрезанных образцов (серии Н, рис. 6) предел выносливости был равен $35,6$ кг/мм², то эффективный коэффициент концентрации

$$\beta_k = \frac{35,6}{19,8} \approx 1,8.$$

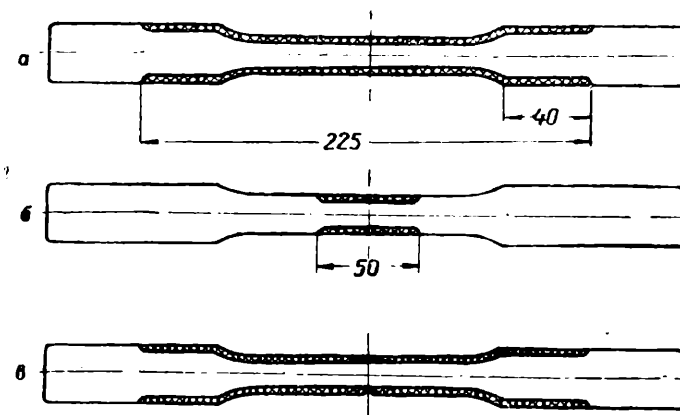


Рис. 14. Распределение закаленного слоя в образцах (продольный разрез).

а) серии Н-1, У-1, Н-2, Н-3, У-В-1; б) серия Н-4; в) серии Н-1-П, Н-3-П.

Чувствительность к надрезу, по Туму и Бухману [7], в этом случае будет

$$\eta_k = \frac{\beta_k - 1}{\alpha_k - 1} = 0,42.$$

С этими данными следует сопоставить результаты испытаний надрезанных (серий Н-1-П) и ненадрезанных (серия Н-1) образцов с поверхностной электрозакалкой. Предел выносливости первых оказался равным $49,0$ кг/мм². Принимая во внимание, что для ненадрезанных образцов серии Н-1 он был определен в $46,2$ кг/мм², находим:

$$\beta_k = \frac{46,2}{49,0} = 0,95$$

и чувствительность к надрезу

$$\eta_k = \frac{\beta_k}{\alpha_k - 1} = \frac{-0,05}{1,9} < 0.$$

Необычные значения для β_k и η_k могут быть объяснены следующим. Изломы надрезанных образцов серии Н-1-П ни в одном случае не проходили по месту надреза. При усталостных испытаниях из пяти образцов этой серии три сломались по сечению рядом с выточкой (рис. 15), а остальные у галтелей. Расчет же напряжений производился для сечений образца по выточке. Если его произвести по полному сечению образца, т. е. игнорируя присутствие выточки, то соответственная кривая Веллера для этой серии образцов опустится, как показано пунктиром на графике рис. 8.

Низкая чувствительность к надрезу у образцов с поверхностной электрозакалкой, повидимому, может быть объяснена концентрацией у выточки сжимающих осевых остаточных напряжений. Если это так, то естественно ожидать, что у поверхностно закаленных образцов с более высоким отпуском чувствительность к надрезу возрастает. Для проверки были изготовлены две серии образцов (Н-3 и Н-3-П), температура отпуска которых после поверхностной закалки была увеличена до 350° по сравнению с 180° , принятым для аналогичных образцов серий Н-1 и Н-1-П. Результаты усталостных испытаний

(рис. 9) действительно показали, что образцы с высокой температурой отпуска несколько более чувствительны к надрезу. Для них

$$\alpha_k = 2,9, \beta_k = 1,1 \text{ и чувствительность к надрезу } \eta_k = \frac{\beta_k - 1}{\alpha_k - 1} = 0,05.$$

При этом все надрезанные образцы серии Н-3-П разрушались по месту надреза. Определенные нами величины чувствительности к

надрезу образцов с высокой и низкой температурой отпуска скорее могут служить качественными характеристиками, поскольку разница между ними незначительная. В обоих случаях чувствительность к надрезу близка к нулю.

Следующая серия образцов (Н-4) была приготовлена и испытана с целью установить, как влияет на усталостную прочность частичная закалка поверхности образцов токами высокой частоты. Для этого нормализованные образцы были закалены только на участке длиной около 50 мм (рис. 14, б). Оказалось, что

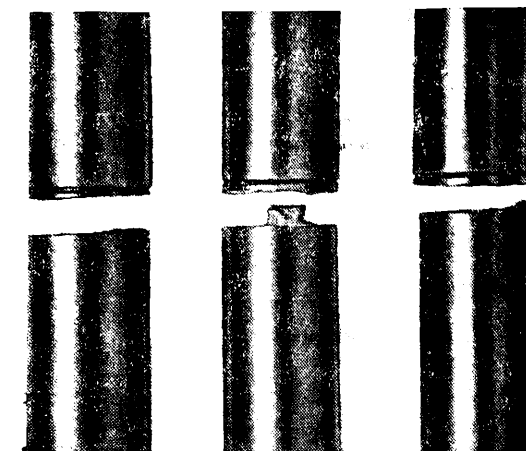


Рис. 15. Вид усталостных образцов серии Н-1-П, излом которых произошел вне надрезов

наиболее слабым является место, где кончается закаленный слой; все изломы образцов происходили именно здесь. Предел усталости (рис. 10) оказался значительно ниже по сравнению с пределом усталости подобных же образцов, не подвергнутых поверхностной закалке.

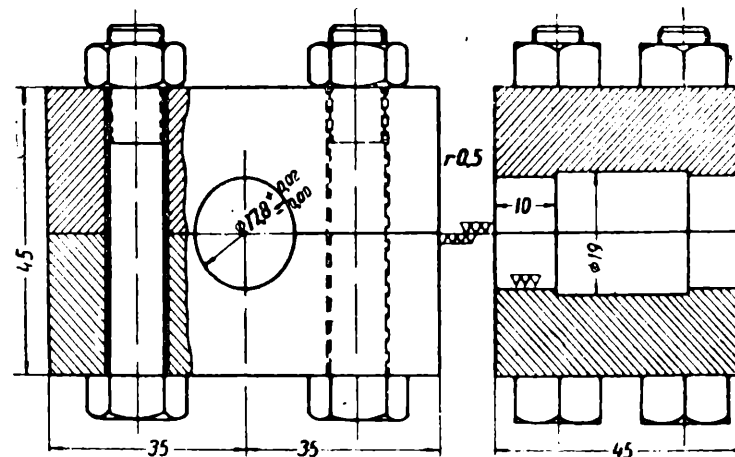


Рис. 16. Разрезная втулка

Низкая чувствительность поверхностно-закаленных образцов к надрезу дала повод предполагать, что такие образцы отличаются низкой чувствительностью и к тугим посадкам. Для проверки этого предположения были приготовлены и испытаны образцы серий У-В и У-В-1. Ввиду того что форма усталостного образца не позволяла напрессовать на него втулку, мы вместо напрессовки создали условия тугой посадки с помощью разрезных натяжных втулок, изготовленных из стали У-10 и закаленных до твердости около 50 ед. по

Роквеллу (рис. 16). Такие втулки укреплялись на рабочей части образцов и затягивались болтами (рис. 17). Допуск на отверстие натяжной втулки и допуск на диаметр рабочей части образца взяты из норм предельных отклонений (ОСТ 1С12) для горячей посадки по второму классу точности. Избрать допуски для горячей, а не для прессовой посадки побудило нас то обстоятельство, что жесткость разрезной втулки по контуру отверстия может быть меньше, чем цельной втулки.

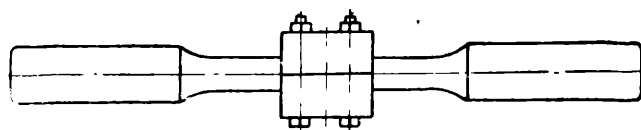


Рис. 17. Закрепление разрезной втулки на рабочей части образцов серии У-В и У-В-1

Результаты усталостных испытаний образцов с натяжными втулками представлены кривыми рис. 11. У образцов, не подвергавшихся поверхностной закалке (сер. У-В), применение натяжной втулки вызвало весьма резкое падение предела выносливости: $\beta_k = 3,0$. В то же время присутствие натяжной втулки на образцах, обработанных токами высокой частоты, снизило предел выносливости очень незначительно: $\beta_k = 1,1$.

Эффект от обработки образцов токами высокой частоты в случае применения натяжной втулки выражается в 4-кратном увеличении предела усталости.

Выводы

1. Поверхностная закалка стали 50Х с нагревом токами высокой частоты способна значительно повысить усталостную прочность гладких цилиндрических образцов и образцов с различными концентраторами напряжений — выточками, запрессовками.

2. Весьма низкая чувствительность к надрезам образцов, обработанных токами высокой частоты, позволяет считать, что применение этого способа термической обработки было бы особенно эффективным в отношении деталей, работающих при переменных напряжениях и в условиях, создающих на поверхности деталей концентрации напряжений, как-то: штоков штамповочных молотов, валов, осей.

3. Те места на поверхности образцов, где обрывается закаленный слой, являются ослабленными в отношении сопротивления усталости. Это следует особо учитывать при разработке технологии поверхностной закалки.

4. В связи с тем, что обработка деталей токами высокой частоты представляет большие перспективы в области повышения прочности деталей, необходимо систематически продолжать изучение прочности образцов и деталей, обработанных токами высокой частоты.

5. Весьма важным является исследование роли остаточных напряжений в усталостных разрушениях. В частности, — исследование степени стабильности остаточного напряженного поля с течением времени или в условиях длительных циклических нагрузок.

* *

Настоящее исследование было проведено в отделе прочности ЦНИИТМАШ под руководством автора канд. техн. наук И. В. Кудрявцева (постановка и проведение испытаний) и инж. В. Н. Новикова (поверхностная закалка и металлографические исследования). Закалка образцов производилась в центральном бюро поверхностной электрозакалки ЦНИИТМАШ. Работа была предпринята по инициативе директора ЦНИИТМАШ, члена корр. АН СССР, проф. И. А. Оди́нга, поддержкой и консультацией которого авторы пользовались на протяжении всего исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Конторович И. Е. и Лившиц Л. С., Остаточные напряжения в стали, Оборонгиз, 1943.
2. Шлейер Э. В. и Одинг И. А., Влияние поверхностной закалки токами высокой частоты на механическую прочность конструкционных сортов стали, „Вестник металлопромышленности“ № 7, 1940.
3. Вильсон В. К., Влияние качества отделки поверхности на усталостную прочность, „Engineering“, 1946, vol. 159, № 4134.
4. ЦНИИТМАШ, ЦБПЗ, Отчет по работе № 304, 1941 (Печатается в сборнике трудов ЦНИИТМАШ).
5. Одинг И. А., Остаточные напряжения и сопротивляемость усталости стали, закаленной токами высокой частоты, „Вестник машиностроения“ № 4–5, 1943.
6. Neuber H., Kerbspannungslehre, Berlin, 1937. См. также Серенсен С. В. и др. „Динамическая прочность в машиностроении“, Машгиз, 1945, фиг. 214.
7. Тум и Бухман „Archiv f. d. Eisenhüttenw.“, 1938, № 11, p. 627–635.

Исследование оптическим методом напряжений в зубьях

Канд. техн. наук Л. И. ЦЕХНОВИЧ

(Днепропетровский металлургический институт)

Зуб рассчитывается на прочность как консоль, нагруженная нормальным усилием, приложенным к кромке (рис. 1)

$$N = P \cos \alpha, \quad (1)$$

где P — передаваемое окружное усилие;
 α — угол зацепления.

В соответствии с этим номинальные нормальные напряжения на сжатой стороне опасного сечения определяются по формуле

$$\sigma_n = \frac{P}{bt_y}, \quad (2)$$

где b — длина зуба;
 t — шаг;
 y — коэффициент формы.

Значение коэффициента формы определяется по уравнению

$$y = \frac{S}{t} \cdot \frac{\cos \alpha}{\sin \varphi} : \left(6 \frac{l}{S} + \operatorname{ctg} \varphi \right), \quad (3)$$

где S — высота опасного сечения;
 l — плечо изгибающей составляющей нормального усилия;
 φ — острый угол между нормальным усилием и осью симметрии профиля.

Наибольшие местные напряжения

$$\sigma = \sigma_n k. \quad (4)$$

Здесь k — коэффициент концентрации напряжений.

Определение коэффициентов y и k , весьма существенных в таком расчете, связанное с трудностями и различными допущениями, которые делаются при этом разными авторами, приводит к большой разнице в результатах [1], а иногда и к явным ошибкам. Например, общеизвестный (предложен Льюисом) способ вписывания в очертания

профиля параболы равного сопротивления изгибу дает для стандартной рейки опасное сечение на расстоянии примерно $\frac{1}{3}$ высоты от линии впадин. Ломаются же зубья гораздо ниже из-за наличия концентрации напряжений.

Важной экспериментальной базой для определения опасного сечения и величины коэффициента концентрации напряжений являются известные испытания Тимошенко и Бауда [2]. Однако эти испытания проводились на небольшом числе моделей, и распространять их результаты на разнообразные практические конфигурации зубьев неудобно и рискованно. Трудности возникаюг прежде всего оттого, что корень зуба в их моделях очерчивался по дуге круга, а в настоящее время, в связи с технологией изготовления зубьев, он часто очерчивается иначе. В соответствии с этим естественно предполагать и иное распределение напряжений по контуру. Эти, а также другие, разбираемые далее, причины ведут к ряду погрешностей в расчетах.

Цель описываемых здесь испытаний заключалась в том, чтобы возможно более прямыми путями получить из опыта величины коэффициента формы и коэффициента концентрации напряжений для употребительных профилей.

Непосредственным содержанием испытаний было исследование оптическим методом распределения напряжений вдоль контура корня таких профилей. Обработка их результатов состояла в установлении зависимостей между напряжениями, а затем коэффициентами u и k , и факторами, определяющими форму профиля. Считалось, что при некоторых угле зацепления и глубине захода этими факторами являются число зубьев, относительный сдвиг профиля и способ изготовления колеса.

Характеристики исследованных моделей были выбраны таким образом, чтобы при ограниченном их количестве можно было проследить эти зависимости в направлениях, важных для прочностных расчетов.

Очертания моделей показаны на рис. 2—11, а их геометрические характеристики приведены в табл. 1. Для всех моделей был принят

Т а б л и ц а 1

Параметры	№ моделей									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	IIIa	VIa	VIb
Номинальное число зубьев	∞	72	40	24	17	12	10	40	12	12
Номинальный диаметр делительной окружности, мм	∞	1800	1000	600	425	300	250	1000	300	300
Относительный сдвиг профиля	0	0	0	0	0	0	0	-0,7	+0,7	0
Высота головки, мм	25	25	25	25	25	25	25	7,5	42,5	25
Глубина впадины, мм	30	30	30	30	30	30	30	47,5	12,5	30

стандартный угол зацепления $\alpha=20^\circ$, одинаковый модуль $m=25$ мм и стандартная глубина захода $2m$. Все модели были выпилены из одного листа целлулоида толщиной $b=3,6$ мм.

Модель I имела прямолинейный реечный профиль со скруглением у дна впадины радиусом $0,304 m$, наибольшим возможным при обычно принимаемом радиальном зазоре в $0,2 m$. В основу построения профилей моделей II—VII, IIIa и VIa положен профиль инструментальной

рейки, отличающийся от профиля модели I тем, что его высота больше на величину радиального зазора, и тем, что на кромке он имеет скругления того же радиуса, что и у дна впадины. Профили указанных

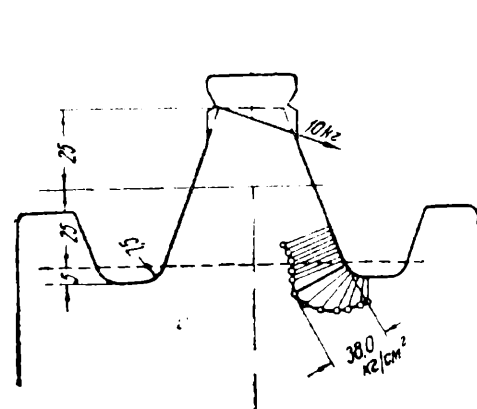


Рис. 2. Схема подвеса и нагружения модели

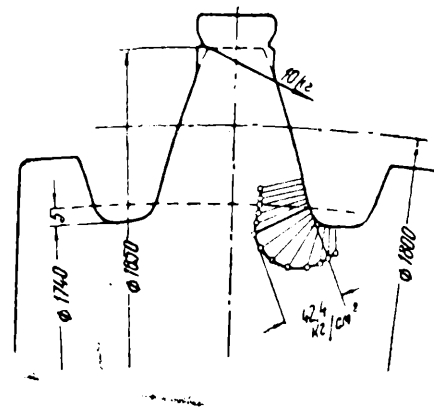


Рис. 3. Модель I, $Z = \infty$

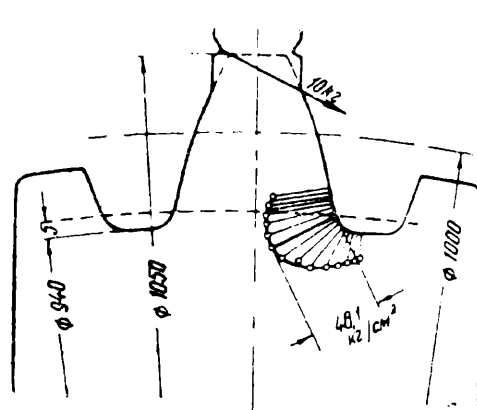


Рис. 4. Модель II, $Z = 72$

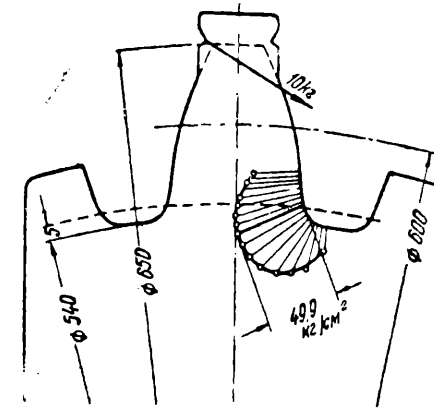


Рис. 5. Модель III, $Z = 40$

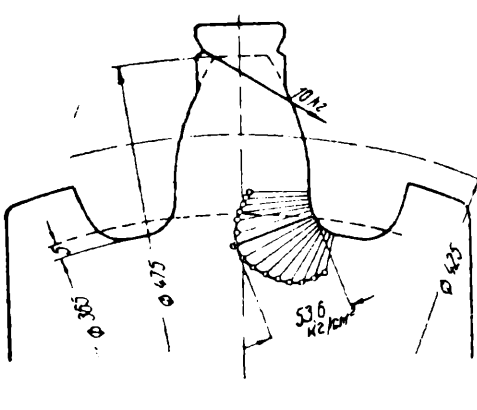


Рис. 6. Модель IV, $Z = 24$

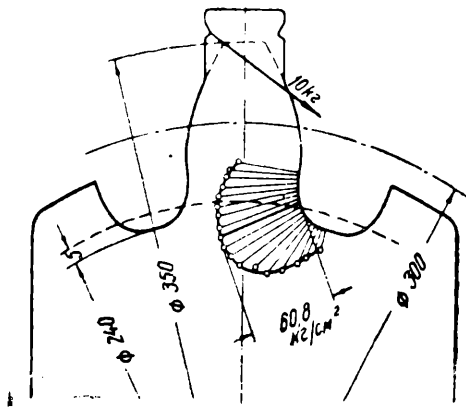


Рис. 7. Модель V, $Z = 17$

моделей строились как огибающие к ряду положений шаблона инструментальной рейки при качении его начальной линии по делительной окружности шестерни, аналогично тому, как они образуются на станках, работающих по принципу обкатки [3]. Кривая перехода от эвольвентной части профиля ко дну впадины представляет в этом

случае эквидистанту к удлиненной эвольвенте, описываемой центром скругления кромки инструмента относительно обкатываемого зуба.

Модели II—VII были обкатаны без сдвига и различались только номинальным числом зубьев, которое в системе рядового зацепления при образовании профилей огибанием однозначно определяет их форму.

Модели IIIa и VIa скорректированных профилей были обкатаны с относительными сдвигами соответственно $x = -0,7$ и $x = 0,7$ и этим отличались от моделей III и VI.

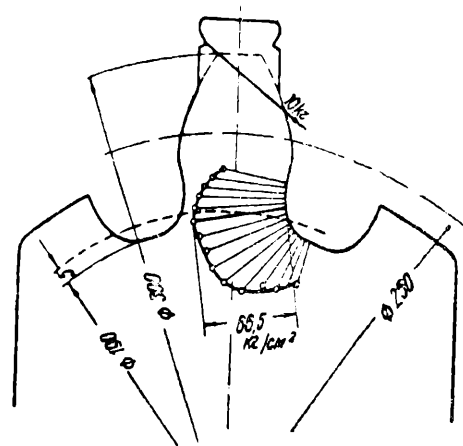


Рис. 8. Модель VI, $Z=12$

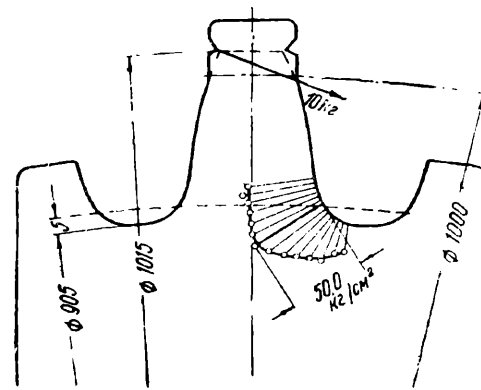


Рис. 9. Модель VII, $Z=10$

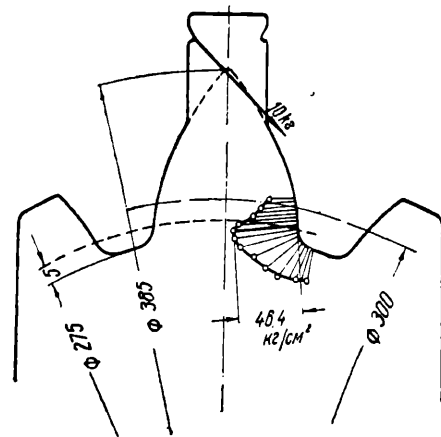


Рис. 10. Модель IIIa, $Z=40$.
Сдвиг $-0,7$ модуля

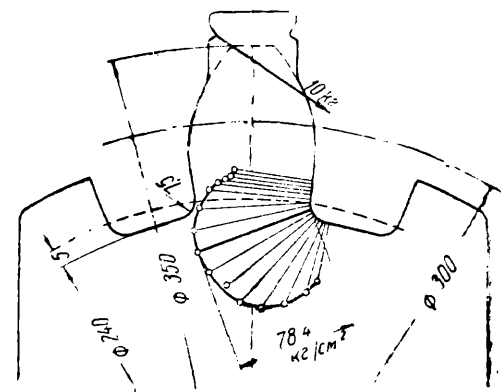


Рис. 11. Модель VIa, $Z=12$.
Сдвиг $+0,7$ модуля

Наконец, модель VIв отличалась от модели VI тем, что профиль ее соответствовал профилю, получаемому при изготовлении по методу копирования. Неэвольвентная часть ножки модели VIв составлена из радиальной прямой и из дуги окружности радиуса $0,3 m$, а дно впадины выполнено по касательной к окружности впадин.

Исследование моделей основной группы (I—VII) дало возможность проследить зависимость напряжений от числа зубьев для важнейшей системы рядового зацепления. Сравнение напряжений в моделях III и IIIa, а также VI и VIa позволило установить влияние сдвига профиля, и, наконец, сравнение напряжений в моделях VI и VIв — составить

представление о разнице в прочности зубьев, обкатанных¹ и фрезерованных дисковыми или пальцевыми фрезами.

Схема подвеса и нагружения модели показана на рис. 12. Модель 1 укреплялась внутри поворотного круга 2 таким образом, чтобы исследуемая часть контура зуба располагалась вблизи центра круга и при повороте последнего не выходила из поля зрения неподвижного компенсатора.

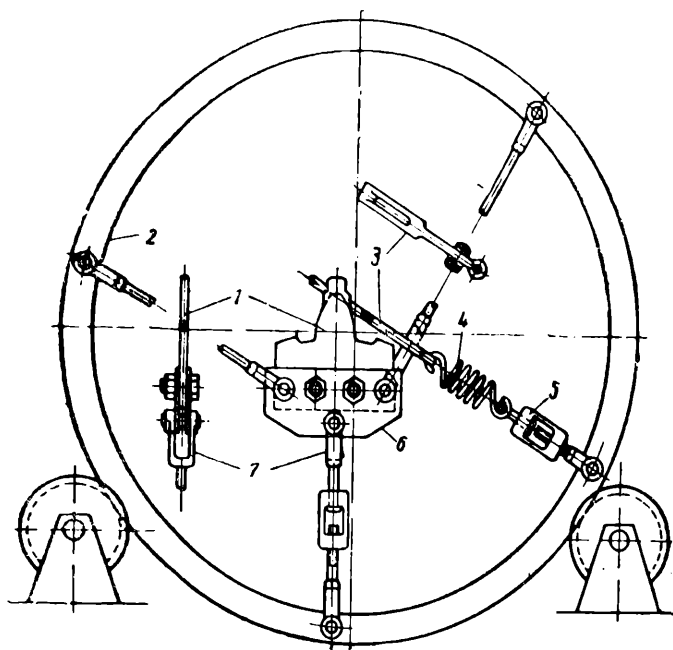


Рис. 12. Модель VIв, $Z=12$. Профиль, образованный по методу копирования

Для нагружения зуба и измерения нагрузки служили петля 3, надетая на выступ, специально для этого предусмотренный на головке зуба, пружина 4 и винтовая стяжка 5.

Пружина, предварительно тарированная, имела усадку около 2,5 мм на 1 кг. Особое внимание было обращено на то, чтобы линия действия нагрузки проходила по нормали к профилю на его кромке.

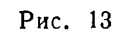
Для крепления модели служили стальные щечки 6, между ними модель зажималась с помощью болтов, и три стяжки 7, на которых щечки с моделью подвешивались внутри круга.

Круг с моделью помещался между зеркальной установкой для получения поляризованного света и компенсатором НИИМ ЛГУ. Основными частями этого инструмента являются пластинка двулучепреломляющего кристалла, служащая анализатором, и поворачивающаяся слюдяная пластинка, которая представляет компенсирующий элемент. Путем наблюдения в этот компенсатор призматических образцов, вырезанных из того же листа целлулоида, что и модели, и растянутых известными по величине силами, компенсатор был проградуирован непосредственно на напряжения.

В основном измерялись напряжения на сжатой стороне зубьев. В каждой модели исследовались напряжения в 2—18 точках вдоль контура правой выкружки при действии нагрузки на левую кромку, а затем — в симметричных точках контура левой выкружки при дей-

¹ Термин „обкатанные зубья“ в отличие от „фрезерованных“ применяем условно, так как обкатка может быть произведена с помощью червячной фрезы.

Затем в соответствии с подсчитанными значениями y и найденными из опыта величинами σ по формулам (1), (2) и (4) определялись коэффициенты концентрации напряжений k . Полученные величины y и k приведены в табл. 2, а кривые зависимости их от Z показаны на рис. 14 и 15.



Коэффициенты	№ моделей									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	IIIa	VIa	VIb
Коэффициент формы μ	0,142	0,127	0,117	0,104	0,092	0,078	0,070	0,092	0,128	0,065
Коэффициент концентрации напряжений, k	1,63	1,62	1,62	1,57	1,48	1,42	1,40	1,39	1,78	1,54

17

В отношении коэффициента формы эти результаты подтверждают обычные представления и объясняются в основном изменениями в толщине у корня зуба. В отношении коэффициента концентрации напряжений предположение о таких зависимостях в свое время высказывалось автором [5].

Причиной изменений и концентрации напряжений является следующее. Коэффициент k стоит в прямой связи с отношением толщины S корня зуба к радиусу ρ кривизны перехода. При увеличении Z или положительном сдвиге толщина S увеличивается, выкружка ста-

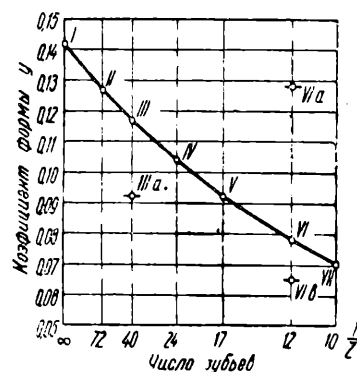


Рис. 14

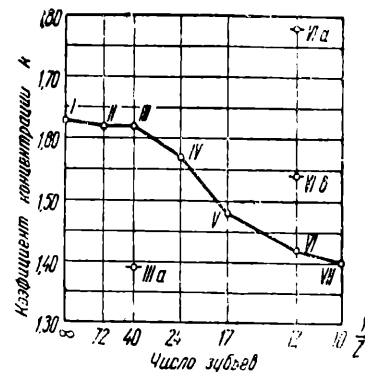


Рис. 15

новится круче, и отношение $\frac{S}{\rho}$ растет. При уменьшении Z или отрицательном сдвиге наблюдается обратное явление. Соответственно меняется и k .

Из сравнения величин u и k , найденных для моделей VI и VIв, видно, что при изготовлении по методу обката получаются более высокие значения u и меньшие значения k , чем при изготовлении методом копирования. Разница в величине u достигает 20%; между тем с ней обычно не считаются и независимо от способа изготовления определяют u по одним и тем же таблицам.

Также часто пренебрегают и влиянием способа изготовления на концентрацию, хотя известные указания на такое влияние имеются и в литературе [6]. Бакингом [7] указывает, что „...в шестернях, полученных методом обкатки, изменение сечения менее резко, чем при выкружках в виде дуг окружностей, и, следовательно концентрация напряжений соответственно меньше. Влияние такой формы выкружки должно быть проверено опытным путем“.

Как видно, результаты исследований автора соответствуют этому утверждению Бакингема.

Из распространенных таблиц коэффициента формы для рядового зацепления указанные результаты сходятся лучше всего (с разницей в 2÷5%), смотря по числу зубьев, с данными Трира [8].

Имеющиеся в литературе экспериментальные данные о коэффициенте концентрации напряжений относятся только к круговым переходам и поэтому пригодны для сравнения лишь с данными по моделям I и VIв, также имеющими круговые переходы.

Тимошенко и Бауд исследовали изгиб зубьев силой, перпендикулярной их оси симметрии. Все четыре модели, испытанные ими, имели одинаковое номинальное число зубьев — 13, но различные радиусы перехода.

Результаты этих испытаний выражены зависимостью

$$k = 1 + 0,15 \frac{S}{\rho}. \quad (5)$$

Фрехт [9] производил исследования над моделями консолей, нагруженных изгибающим моментом M (рис. 16). Круговые переходы этих моделей мало отличаются от круговых переходов зубьев, что позволяет считать сравнимыми величины, полученные для тех и других. Сопоставление коэффициентов концентрации дано в табл. 3.

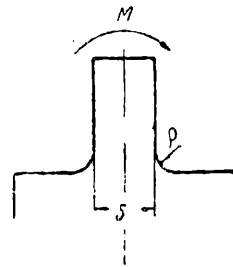


Рис. 16. Модель Фрехта

Таблица 3

№ моделей	$\frac{S}{r}$	Значения k		
		найденные автором	по Тимошенко и Бауду	по Фрехту
I	7,70	1,63	2,15	1,70
VIв	5,05	1,54	1,76	1,52

Из табл. 3 видно, что результаты автора почти точно совпадают с данными Фрехта, но заметно ниже, чем у Тимошенко и Бауда.

Напряжения на растянутой стороне зуба были исследованы на модели IV. Положение опасного сечения и величина коэффициента оказались такими же, как и на сжатой стороне.

Переходя к приложению результатов испытаний к практическим расчетам, нужно отметить, что так как напряжения на сжатой стороне зуба больше, чем на растянутой, то по понятным причинам для стальных зубьев опасными считаются первые, а для чугунных — вторые.

Однако в последнее время появились серьезные указания на то, что и для стальных зубьев первопричиной поломок являются напряжения растяжения, и сейчас вопрос об этом следует, повидимому, считать открытым [10].

В табл. 4 приведены составленные на основе экспериментов приближенные формулы для подсчета коэффициента формы для обоих случаев для зубьев рядового зацепления при высоте зуба $2,2 m$ и $\alpha = 20^\circ$.

При уменьшении высоты зуба до $1,8 m$ коэффициент формы u увеличивается при расчете по напряжениям растяжения примерно на 0,030, по напряжениям сжатия — на 0,015 ÷ 0,025 (тем больше, чем меньше число зубьев).

Коэффициент концентрации напряжений, полученный из испытаний моделей I-VII, можно считать меняющимся по закону

$$k = 1,65 - \frac{2,5}{Z}. \quad (6)$$

При расчетах следует иметь в виду, что коэффициент k , найденный оптическим методом, представляет отношение максимальных напряжений в месте резкого изменения контура к номинальным для упругого материала при статической нагрузке. Такой коэффициент концентрации называется теоретическим или упругостным и зависит только от формы контура.

Влияние концентрации напряжений на предел усталости реального материала характеризуется отношением пределов усталости для гладкого образца и для образца с резким переходом, а в принципе — для конкретной детали, известным образом нагруженной [11]. Это отношение представляет эффективный, усталостный коэффициент концентрации и определяется из испытаний на усталость.

Для приближенного перехода от теоретического коэффициента концентрации k к эффективному K пользуются обычно формулой [12]

$$K = 1 + q(k - 1), \quad (7)$$

в которой величина q определяется материалом и называется коэффициентом чувствительности материала.

Имеющиеся в литературе экспериментальные значения q довольно пестры [13], причем установлено, что для сталей коэффициент чувствительности растет вместе с прочностью. Для чугуна он равен нулю, а эффективный коэффициент концентрации $K = 1$. Причиной этого считается структурная неоднородность чугуна и создаваемый ею эффект внутренней концентрации напряжений, которая перекрывает концентрацию напряжений от резких переходов [14]. Средней величиной k

для зубьев можно считать 1,6. Средние, взятые с осторожностью значения q для различных родов материалов и соответствующие им величины K приведены в табл. 5.

Поскольку напряжения, допускаемые для зубьев, диктуются пределом усталости, или, при расчете на срок службы, усталостной характеристикой материала, в расчетах следует пользоваться не теоретическими, а эффективными коэффициентами концентрации.

Таблица 5

Материал	Коэффициент чувствительности q	Эффективный коэффициент концентрации K
Сталь $\sigma_b \geq 130$ кг/мм ²	1,00	1,6
Обычные конструкционные стали . .	$0,6 \div 0,8$	$1,35 \div 1,60$
Стальное литье . . .	0,25	1,15
Чугун	0,00	1,0

При частом реверсировании зубчатой передачи цикл напряжений в зубьях можно считать симметричным и о прочности судить по расчетным напряжениям

$$\sigma = K\sigma_n \quad (8)$$

При постоянном направлении нагрузки передачи зубья подвергаются предельному асимметричному, отнулевому циклу напряжений. В этом случае коэффициент концентрации напряжений следует относить только к переменной составляющей цикла, а расчетные напряжения определять по формуле

$$\sigma = \frac{\sigma_n}{2} + K \frac{\sigma_n}{2}$$

или

$$\sigma = \frac{1 + K}{2} \sigma_n. \quad (9)$$

Описанные в настоящей работе испытания были поставлены автором в 1941 г.* в лаборатории оптического метода изучения напря-

* Окончание и опубликование работы задержалось в связи с пребыванием автора на фронте.

жений Днепропетровского Государственного университета. Автор считает своим долгом принести благодарность проф. Н. П. Гришковой за любезное содействие в постановке испытаний и сотруднице лаборатории А. П. Жусовой за помощь в проведении оптических измерений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шольп и Пясецкий, Определение напряжений в зубце зубчатого колеса, Гинстальмост, сборник статей, вып. II, 1935.
2. Тимошенко и Бауд, Прочность зубьев шестерен „Мировая техника“ № 4, 1933, перев. из „Mechanical Engineering“, 1926, № 11.
3. Shaw, Laying out Enlarged Gear Teeth, „Machinery“, L., 1932, № 1032.
4. Krüger, Die Satzrädernsysteme der Evolventenverzahnung, 1926.
5. Цехнович, Форма и прочность зубьев, „Вестник металлопромышленности“ № 10, 1940.
6. Балюнов, Расчет зубьев зубчатых колес цилиндрических редукторов, „Вестник металлопромышленности“ № 3, 1940.
7. Бакингом, Цилиндрические зубчатые колеса, 1935.
8. Trier, Der Zahnformfaktor, „Werkstattstechnik“, 1934, № 9.
9. Frocht, Factors of Stress Concentration Photoelastically determined, „Journal of Applied Mechanics“, 1935, vol. 2, № 2.
10. Осибян, Расчет на прочность зубьев шестерен, Сборник „Исследования в области машиноведения“, 1944.
11. Roark, Formulas for stress and strain, 1938.
12. Серенсен, Прочность металла и расчет деталей машин, 1937.
13. Серенсен и Тетельбаум, Динамическая прочность в машиностроении, 1940.
14. Беляев, Сопротивление материалов, 1937.

О рациональных конструктивных формах гаек

Канд. техн. наук, доц. Г. К. РОСКОШНЫЙ

Установлено, что вследствие неравномерного распределения давления между витками „винт-гайка“ снижается эффективность работы болтового соединения.

Вопросу о необходимости улучшения работы такого соединения в последнее время уделяется много внимания в нашей и иностранной технической литературе.

Конструкция гайки, ее тип и форма оказывают большое влияние на прочность соединения. В связи с этим предусматриваются следующие дополнительные конструктивные элементы: срез витков на конус, кольцевая выточка в торце, изменение формы гайки, коническая резьба, увеличение шага, упругий элемент между витками пары и т. д.

Гайка со срезом витков на конус (рис. 1). Для уменьшения высоты нижних витков, т. е. снижения доли их участия в передаче нагрузки, витки гайки с верхнего до нижнего срезаны на конус.

Это может быть применимо и в гайках других типов, работающих на растяжение и на растяжение—сжатие. Указанное изменение в конструкции гайки почти не усложняет ее изготовления.

Гайка с кольцевой выточкой в торце (рис. 2, а и б). Кольцевая выточка в торце служит для перераспределения давления по виткам. В зависимости от формы выточки, кольца, находящиеся в контакте с болтом, работают на различные виды деформации. На рис. 2, а внутреннее кольцо опирается на соединяемую деталь и работает

на сжатие, как и гайка в целом, а на рис. 2, б оно не касается детали (висит) и потому работает при сжатой гайке на растяжение.

Немногочисленность экспериментов в различной их постановке (Lehr, Maduschk, Wiegand, Hetenli), произведенных с применением в гайках указанных мероприятий, а также полное отсутствие теоретического освещения вопроса не позволяют сделать их качественную оценку.

Настоящая работа направлена на решение этой задачи. Здесь теоретическим путем устанавливаются: оптимальный угол α среза витков на конус, допустимый параметрами метрической резьбы, конус, величина давления N по виткам, форма кольцевой выточки, ее высота, вид контактного кольца с болтом и форма гайки.

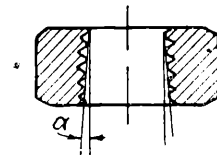


Рис. 1

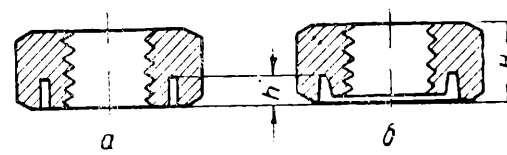


Рис. 2

Эксперименты, выполненные в условиях динамической нагрузки на копре Шарпи автором (Челябинск, Кировский завод, 1943 г.), Файнерманом и Сандлером (Ташкент, ВАИ, 1944 г.), Поддубным (Сталинградский механический институт, 1943 г.), показали, что ближайшие к опоре витки гайки во всех случаях при испытании срезались, а остальные претерпевали деформацию — смятие и изгиб.

Испытания по своему характеру были близки к производственным условиям работы большинства болтовых соединений, подверженных действию пульсирующих и знакопеременных нагрузок. Стержни болтов или винтов нагружались преимущественно осевым растягивающим усилием, гайки работали на сжатие или растяжение.

Вопрос прочности резьбового сопряжения при динамической нагрузке еще мало изучен, а при статической — лишь в известной степени освещен в литературе (Жуковский, Lauguete, Maduschk, Биргер).

В действительности при разрушении резьбового сопряжения имеют место сложные деформации, которые сопровождаются срезом, смятием и изгибом витков в гайке. Оценка их пока не представляется возможной. Ввиду этого в качестве первого приближения нами принято, что основная деформация в витках — срез, что в паре винт-гайка происходящие упругие деформации непрерывны, углы среза витков конечные (наибольшие), а давление по виткам равномерное.

Рассмотрим срез витков на конус для двух случаев: а) когда болт подвержен растяжению, а гайка сжатию и б) когда болт и гайка подвергаются растяжению.

а) **Болт подвержен растяжению, гайка сжатию** (рис. 3). Схему, изображающую пару винт-гайка, представим в виде упругой системы, показанной на рис. 4. Будем считать, что левый стержень закреплен неподвижно в точке С и давление N между последовательно соприкасающимися выступами — величина постоянная, при переменной длине выступов $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$. Требуется определить углы среза выступов на конус $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$.

Устанавливая связь между длинами t_1 и t'_1, t_2 и $t'_2, \dots$, запишем, что перемещение первой пары выступов (считая сверху), при их деформации будет

$$v_1 = \frac{t_1 N}{FG} + \frac{t'_1 N}{F_1 G_1}, \quad (1)$$

где F и F_1 — площадь оснований выступов на правом и левом стержнях;

G и G_1 — модули упругости при сдвиге.

Обозначая

$$k = \frac{t_1}{FG} + \frac{t'}{F_1 G_1},$$

получим

$$y = Nk. \quad (1')$$

Подобным же образом для второй пары выступов получим

$$y_2 = \frac{t_2 N}{FG} + \frac{t' N}{F_1 G_1}. \quad (2)$$

Пусть сила T растягивает часть AB правого стержня и сжимает OD левого. Она равна сумме всех давлений между выступами от верхнего до третьего (считая сверху). Будем иметь: удлинение

$$\Delta_1 = \frac{TS}{F'E}, \quad (3)$$

сжатие

$$\Delta'_1 = \frac{TS}{F'_2 E_1},$$

где F' и F'_1 — площади сечений правого и левого стержней;

E и E_1 — модули их упругости;

S — расстояние между выступами.

Исходя из условий неразрывности упругих деформаций, имеем

$$y_1 - y_2 = \Delta_1 + \Delta'_2, \quad (4)$$

поэтому

$$\frac{N}{G} \cdot \frac{t_1 - t_2}{F} = T \left(\frac{S}{F'_1 E} + \frac{S}{F'_1 E_1} \right) = Tm. \quad (5)$$

Последнее выражение можно представить в следующем виде

$$\frac{T}{N} m = \frac{t_1 - t_2}{GF}. \quad (6)$$

Так как из наших рассуждений отношение $\frac{T}{N}$ соответствует второму выступу z_2 , то

$$z_2 m = \frac{t_1 - t_2}{GF}. \quad (7)$$

Разделив левую и правую части этого уравнения на расстояние между выступами S , получим угол среза второго выступа

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{2m FG}{S}. \quad (8)$$

По аналогии найдем угол среза для любого n -го выступа

$$\operatorname{tg} \alpha_n = \frac{z_n m FG}{S}. \quad (9)$$

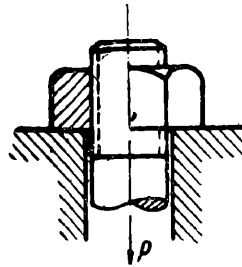


Рис. 3

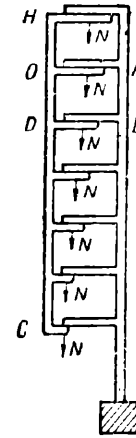


Рис. 4

Результаты подсчетов углов среза на конус витков гайки с метрической резьбой, согласно выведенным формулам, графически изображены на рис. 5.

Из графика видно, что для равномерности распределения нагрузки углы среза витков в гайке достигают значительной величины и представляют ряд переходных конусов, соответствующих числу витков.

При наличии одного конуса угол среза витков может быть

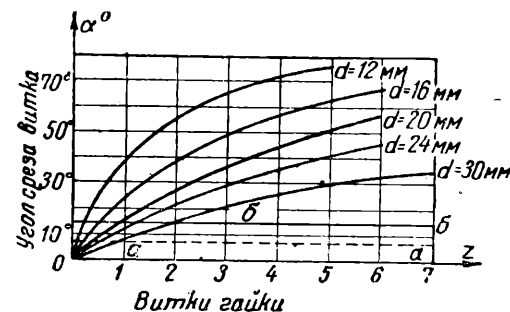


Рис. 5

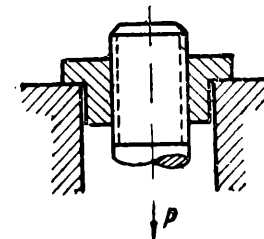


Рис. 6

допущен до $5-8^\circ$. Их среднее значение показано в виде прямой $a-a$. Учитывая, что в гайках с метрической резьбой наиболее нагружены первые два или три витка от торца, то их для разгрузки можно срезать на конус. При этом допустимый угол среза, исходя из наиболее ходовых размеров гаек находится в пределах $11-19^\circ$. Среднее значение показано прямой $b-b$.

б) Болт и гайка подвергаются растяжению (рис. 6). Этому виду соединения соответствует схема (рис. 4), когда левый стержень неподвижно закреплен в точке H . Условие неразрывности деформации крайних выступов, исходя из ранее принятых положений, представится, как

$$y_1 - y_2 = \Delta_1 - \Delta'_1 \quad (10)$$

или

$$\frac{N}{G} \cdot \frac{t_1 - t_2}{F} = T \left(\frac{S}{F'E} - \frac{S}{F'_1 E_1} \right) = T m_1. \quad (11)$$

Тогда угол среза n -го выступа (крайнего) будет

$$\operatorname{tg} \alpha_n = \frac{z_n m_1 F G}{S}. \quad (12)$$

Произведенные подсчеты дают большие значения углов среза витков на конус, однако они меньше, чем у гаек, работающих на сжатие.

Изменение формы гайки

Предыдущие выводы, сделанные относительно среза витков гайки на конус, применимы и для гайки с нормальной нарезкой, у которой форма (наружная поверхность) будет изменяться по такому же закону, как и углы среза. Но так как наиболее нагруженными витками являются первые, считая от торца, и по мере удаления нагрузка уменьшается, то величина площадей изменяется в обратном отношении. В этом нетрудно убедиться рассуждая так: равномерное распределение нагрузки между витками гайки можно получить в том случае, когда отношение $\frac{m}{k}$ стремится к нулю. При этом следует, что площадь F'_1 поперечного сечения гайки должна увеличиваться, площадь F_1 сечения ее витков остается постоянной величиной.

Выше было установлено, что перераспределения нагрузки по виткам гайки можно достигнуть, изменяя площадь ее поперечного сечения по высоте. Устройство кольцевой выточки в торце, благодаря которой сечение гайки уменьшается и податливость увеличивается, вызовет разгрузку нижних витков и догрузку верхних. Размеры выточки определяются по следующим соображениям. Высота ее h (рис. 2, *a* и *b*), как минимум, должна быть принята равной высоте 2–3 наиболее нагруженных витков (соответствующих ходовым размерам гаек). Это составляет примерно $0,3\text{--}0,5 H$ — высоты гайки. Минимальная ширина выточки диктуется удобствами технологического процесса массового изготовления гаек. Форма кольцевой выточки — прямоугольная и трапецевидная.

Из всего сказанного можно сделать следующие заключения:

1. Введение в конструкцию гайки дополнительных элементов безусловно улучшает распределение давлений по виткам. При этом следует предпочесть, как более простой, срез витков на конус.

2. Углы среза витков на конус в гайках обоих типов — величины переменные (для одного размера) и большие, особенно у гайки, работающей на сжатие.

3. Полное разрешение вопроса о равномерном распределении давления по виткам гайки, с применением рассмотренных мероприятий, не представляется возможным.

4. Срез витков в гайке следует выполнять в виде переходных конусов с максимальным углом наклона образующих (рис. 7). Наиболее равномерное распределение нагрузки по виткам, срезанным на конус, можно получить у гаек с диаметром резьбы свыше 30 мм.

5. Простейшие формы гаек — конические и ступенчатые, улучшают распределение давлений по виткам.

6. Гайки с кольцевыми выточками в торце, хотя и сложнее в изготовлении, чем со срезом витков на конус, однако также заслуживают внимания. Трапецевидная форма выточки проще для производства, чем прямоугольная, и дает лучшее распределение нагрузки.

7. Отличительной особенностью висячего кольца перед опертым является соответствующий допуск в его основании (у торца), что делает мероприятие более рациональным.

8. Существующая корончатая гайка, обращенная разрезами вниз, улучшает распределение нагрузки по виткам.

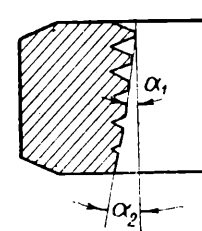


Рис. 7

ИЗ ОПЫТА ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИН

К вопросу о браковке изношенных стальных канатов

Канд. техн. наук Д. Г. ЖИТКОВ, инж. Н. Н. НЕКРАСОВ
и инж. И. Т. ПОСПЕХОВ

Вопрос о том, при каких внешних признаках износа стальной канат, используемый в качестве грузового на подъемном устройстве (кране, лифте и т. п.), должен быть изъят из эксплуатации как опасный, до настоящего времени в полной мере еще не разрешен. Причиной этого

в основном следует считать сложность физических явлений, происходящих в стальном канате и не поддающихся исчерпывающему экспериментальному изучению.

Основной задачей работы, проведенной авторами в 1944 — 1946 гг. на Центральной испытательной станции Главной госу-

дарственной инспекции Котлонадзора Министерства электростанций, было определение остающейся прочности и работоспособности канатов, изъятых из эксплуатации по действующим нормам браковки.

Методика исследования была следующей: образец изъятый из эксплуатации каната доводился на пробегной машине до разрушения. Затем от этого же каната отбирался образец с идентичными признаками износа. Такой образец подвергался на пробегной машине износу до признаков, близких к признакам в момент разрушения, которые имел предыдущий образец. После этого крепость образца испытывалась на разрывной машине. Образец изношенного до признаков браковки каната расплетался, и определялось число сохранившихся проволок. Далее испытывались механические качества проволок, взятых из изношенного участка длины образца каната. Для сопоставления одновременно испытывался образец из участка, который не подвергался растяжению и изгибу (конец, находящийся за местом крепления, внутри барабана). Затем производилось металлографическое исследование структуры металла сохранившихся и оборванных проволок.

Образцы для наружного осмотра и для расплетки с целью определения состояния каната брались длиной ~ 100 мм. Расплетенные проволоки сортировались по длинам, равным 1, 2, 3, 4, 5, 6 и 7 шагам свивки каната. Диаметр их измерялся для установления поверхностного износа.

Наружный осмотр дал следующие результаты:

а) проволоки имели разрыв по наружному повиву пряди, тогда как проволоки внутреннего повива были целы;

б) указанный разрыв проволоки шел не по всей поверхности пряди, а только по наружной, видимой стороне;

в) наружный износ проволок в первых трех канатах соответственно равен 0,01, 0,03 и 0,05 мм; в остальных 11 канатах наружного износа обнаружено не было.

В табл. 1 приведено среднее число сохранившихся проволок.

Для полного представления об остающейся прочности бракованных канатов

локи. Они были взяты из нерабочей части каната, от конца его, находившегося за местом крепления, внутри барабана.

Для второго испытания было взято 10% проволоки с участка, на котором число порванных проволок соответствовало нормам браковки.

Эти испытания показали, что предел прочности на разрыв падает: для новой проволоки в среднем $\sigma_b = 175 \text{ кг/мм}^2$, тогда как для проволоки, взятой от каната, доведенного до норм браковки, $\sigma_b = 167 \text{ кг/мм}^2$, т. е. уменьшается на 5%. Для новой проволоки напряжение при разрыве с узлом в среднем составляло 34,2 кг, а для проволоки бракованного каната 34,8 кг, т. е. разница оказалась весьма малой.

Так же незначительно изменилось число изгибов: для проволоки нового каната оно в среднем равнялось 48,5, а для проволок бракованного — 50.

Более существенной оказалась разница в числе кручений, которое характеризует вязкость металла проволок. В среднем это число для проволок нового каната было 82, а проволоки бракованного — 66,5, т. е. ниже на 23 %.

Для определения остающейся прочности были испытаны на растяжение 10 образцов на 100-т разрывной машине.

В этих образцах число обрывов проволок соответствовало нормам браковки.

Для канатов с $i = 114$ остающаяся прочность составляла 82% по сравнению с новым канатом, а для канатов с $i = 222$ — 84%.

Эти испытания показали, что прочность бракованного каната снизилась сравнительно незначительно и что остающаяся прочность более или менее соответствует числу неповранных проволок. При этом учитывалось изменение механических свойств неповранных проволок и оставшаяся работоспособность порванных проволок длиной 6, 5 и 4 шага. Последние, как это было установлено авторами в другой работе, участвуют в передаче усилий в канате.

Испытания проводились в условиях, приближающихся к условиям работы канатов на подъемных устройствах. Для

Таблица 1

Конструкция каната	Число неповранных проволок	Количество порванных проволок длиной			% неповранных проволок
		6 шаг.	5 шаг.	4 шага	
$6 \times 19 = 114$	90	6	9	8	78
$6 \times 37 = 222$	192	7	12	11	86

были проведены испытания как целых канатов, так и отдельных их проволок. Проволоки испытывались два раза. Сначала испытанию были подвергнуты все прово-

этой цели была использована имеющаяся на заводе „Серп и Молот“ пробегная машина для испытания канатов на выносливость. Достоинство пробегной машины в

условиях данного исследования состоит в том, что она дает возможность испытывать канаты при одновременном действии растяжения и изгиба в различных частях длины каната.

Испытаниям подвергались 8 новых канатов, специально изготовленных на заводе „Серп и Молот“, и 6 бракованных, снятых с кранов и подъемников. Канаты бы-

прочность его, а также механические свойства изношенных проволок. Промежуточное состояние не для всех канатов оказалось одинаковым. Так например, канат крестовой свивки с $d = 13$ мм, $\delta = 0,6$ мм, $i = 222$ и $\sigma_b = 170$ кг/мм² от нормы браковки до состояния перед разрушением выдержал 154 000 перегибов, а к моменту разрушения — 191 000; канат

Таблица 2

Род свивки	i	Число обрывов на шаге свивки				
		по нормам браковки	при состоянии перед разрушением		к моменту разрушения	
			абсолютное	в % к нормам	абсолютное	в % к нормам
Крестовая	222	15	48	320	53	350
„	114	8	28	350	37	450
Альбертовская	222	6	26	430	39	650
„	114	4	27	680	39	975

ли изготовлены из светлой проволоки и имели правое направление свивки. Сначала все новые канаты доводились до износа, соответствующего нормам браковки. Об-

крестовой свивки с $d = 12,5$ мм, $\delta = 0,8$ мм, $i = 114$ и $\sigma_b = 190$ кг/мм² — соответственно выдержал 50 900 и 53 600 перегибов. Результаты испытаний сведе-

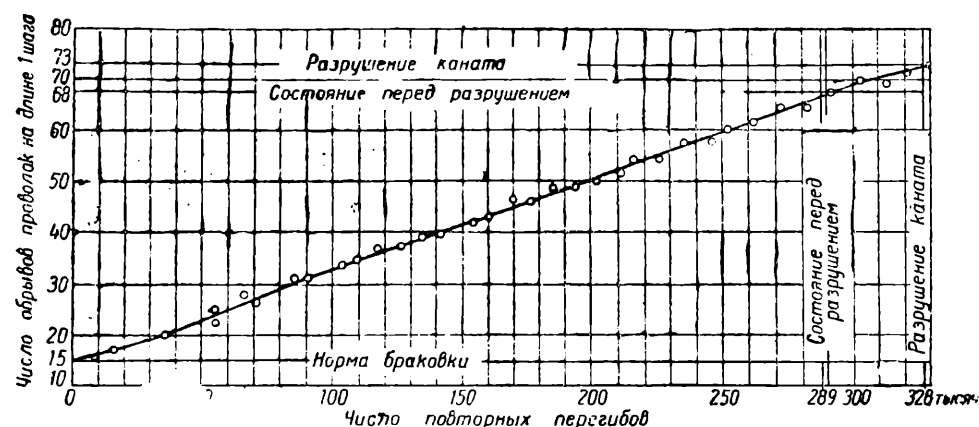


Рис. 1. Зависимость числа обрывов проволок от числа перегибов. Бракованный канат крестовой свивки.

$$d = 15; \delta = 0,7; i = 222; \frac{D}{d} = 20; \frac{D}{\delta} = 430; \sigma_{\text{раст}} = 14,7 \text{ кг/мм}^2$$

разцы от всех 14 канатов доводились до разрушения, с тем чтобы можно было установить характер и длительность износа. С этой целью после каждого часа работы подсчитывались обрывы проволок на определенной длине каната.

Затем брались вторые образцы от всех 14 канатов и доводились не до разрушения, а до промежуточного состояния, близкого к разрушению. Делалось это для того, чтобы канат, доведенный до такого состояния, можно было испытывать на разрывной машине и определить оставшуюся

ны в табл. 2 и иллюстрируются диаграммами (рис. 1 — 4).

Следует отметить, что испытания канатов на пробной машине производились в жестких условиях, т. е. напряжение растяжения в канате доходило до 36 кг/мм²,

а отношение $\frac{D}{d}$ до 15.

Таким образом исследование показало, что к моменту разрушения канаты имеют в 3,5 — 9,7 раза больше обрывов проволок, чем должно быть при существующих нормах браковки.

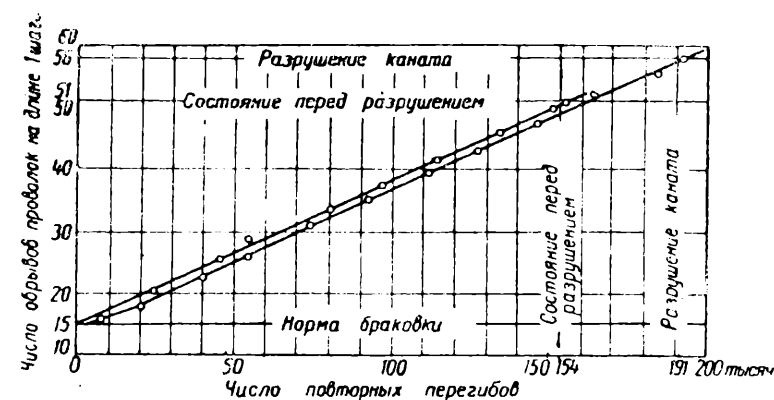


Рис. 2. Зависимость числа обрывов проволок от числа перегибов. Бракованный канат крестовой свивки.

$$d = 13; \delta = 0,6; i = 222; \frac{D}{d} = 23; \frac{D}{\delta} = 500; \sigma_{\text{раст}} = 29 \text{ кг/см}^2$$

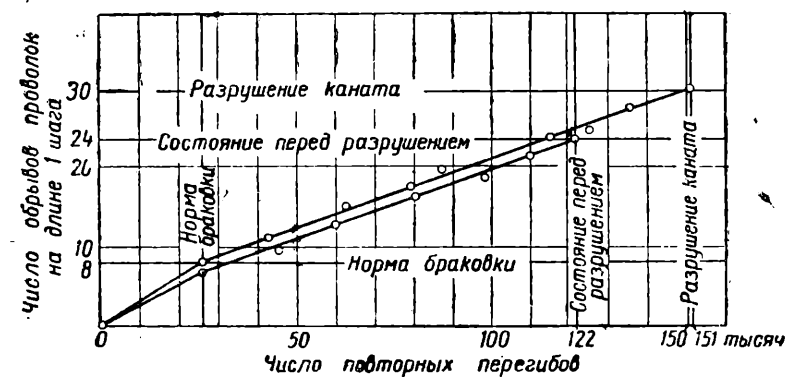


Рис. 3. Зависимость числа обрывов проволок от числа перегибов. Новый канат крестовой свивки.

$$d = 14; \delta = 0,9; i = 114; \frac{D}{d} = 21,6; \frac{D}{\delta} = 332; \sigma_{\text{раст}} = 33,5 \text{ кг/мм}^2$$

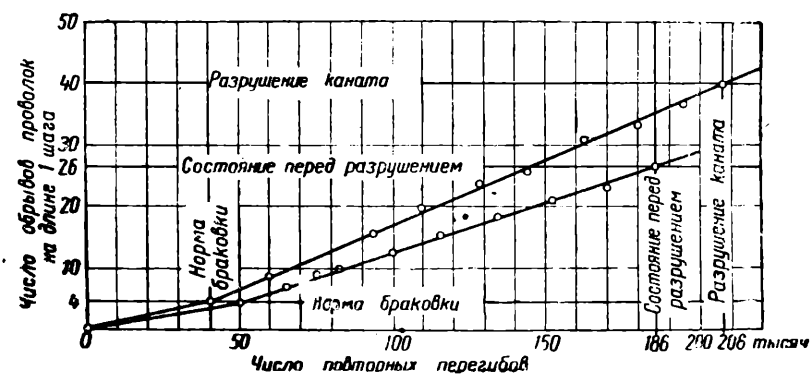


Рис. 4. Зависимость числа обрывов проволок от числа перегибов. Новый канат альбертовской свивки.

$$d = 12,5; \delta = 0,8; i = 114; \frac{D}{d} = 24; \frac{D}{\delta} = 375; \sigma_{\text{раст}} = 30 \text{ кг/см}^2$$

Далее на пробной машине было испытано 8 новых канатов, после чего стало возможным установить потребовавшееся число перегибов. Сравнительные данные приведены в табл. 3.

Проволоки с обрывами имели более грубый сорбит, чем целые.

Это дает основание сделать вывод, что в первую очередь обрываются именно проволоки с более грубым сорбитом. Та-

Таблица 3

Род свивки	i	Среднее число перегибов при норме браковки	Среднее число перегибов при разрушении	% увеличения числа перегибов
Крестовая	114	27 000	94 000	350
Альбертовская	114	56 000	134 000	270
„	222*	39 000	132 000	340

* Вследствие затруднений в изготовлении канатов крестовой свивки $i = 222$ были исследованы не новые, а бракованные, снятые с подъемных устройств.

Из табл. 3 следует, что для доведения каната до разрушения требуется в 2,7—3,5 раза больше перегибов, чем для доведения до норм браковки.

Для определения изменения механических свойств проволок каната, доведенного до состояния его перед разрушением, испытания производились так же, как и для проволоки из канатов, доведенных до норм браковки. Было установлено, что предел прочности на разрыв σ_b по сравнению с σ_b при нормах браковки каната в среднем повысился на 12%.

Вязкость металла при состоянии каната перед разрушением становится еще меньшей, чем при норме браковки. Например, если в последнем случае число кручений понижалось на 15%, то в первом — это уменьшение достигало 48%.

Для определения остающейся прочности каната, доведенного до состояния перед его разрушением, производились испытания на разрыв на 100-т разрывной машине. Оказалось, что прочность такого каната с $i = 114$ составляет 47—51% от прочности нового каната, а по сравнению с канатом, доведенным до норм браковки, она уменьшилась на 33%. Для каната с $i = 222$ получены соответственно 45 и 59%.

Металлографическое исследование проволок трех испытывавшихся канатов имело целью установить, не подвергается ли металл проволок при работе каната на подъемном устройстве структурным изменениям, вызывающим обрывы проволоки, которые приводят канат к разрушению (холодный наклеп и т. п.).

Результаты исследований не подтвердили этого предположения. Металл проволок нового и изношенного канатов имел сорбитовую структуру, в некоторых случаях с признаками обезуглероживания близ поверхности проволок. Структурных изменений металла как влияния эксплуатации каната не установлено.

какая неоднородность структуры металла проволок является недостатком технологии их изготовления. Испытания новых проволок обнаружили значительное (порядка 50%) превышение величины допустимых по СТ (Главметиза 23) 1766 отклонений по пределу прочности.

Естественно, что проволоки из металла с более грубым сорбитом в местах сосредоточенных напряжений (например в точках взаимного пересечения проволок наружных и внутренних слоев повива) рвутся в первую очередь, вызывая последующие обрывы и у лучших проволок и создавая тем самым более или менее интенсивный процесс разрушения каната.

Результаты работы с достаточной убедительностью показали, что введенные в 1941 г. нормы браковки стальных изношенных канатов могут быть изменены в сторону увеличения допустимого числа обрывов проволок на длине одного шага свивки на 40—50%, в зависимости от конструкции и первоначального коэффициента запаса прочности. Для канатов альбертовской свивки, хорошо зарекомендовавших себя при исследовании, допустимое число обрывов можно принять в 50% (вместо 40%) от норм для канатов крестовой свивки. Проведенные исследования дают основание предполагать, что преждевременное разрушение канатов наступает вследствие неоднородности металла проволок.

Диаграммы, характеризующие поведение канатов при испытании на пробной машине, указывают, что между числом качаний машины (повторных перегибов) и количеством появляющихся обрывов в большинстве случаев существует прямая зависимость или достаточное приближение к ней.

Все полученные данные позволяют считать, что с увеличением количества обрывов, как признака браковки, на 40—50% можно удлинить срок службы каната на

подъемных устройствах также на 40 — 50% и таким образом достичь значительной экономии государственных средств.

Результаты работы были положены в основу новых норм браковки изношен-

ных стальных канатов", утвержденных Главной государственной инспекцией Котлонадзора Министерства электростанций СССР в 1946 г., действующих в настоящее время.

НОВЫЕ МАШИНЫ

Новые конструкции доменного оборудования

В соответствии с задачами, поставленными перед черной металлургией Законом о пятилетнем плане восстановления и развития народного хозяйства СССР в 1946—1950 гг., конструкторы Уралмашзавода разработали новые послевоенные конструкции доменного оборудования. Среди последних — гидроэлектропушки и чугуновозы, рассчитанные на мощные доменные печи объемом 1000—1300 м³ и выше.

Гидроэлектрическая пушка ГЭ-1-040 (рис. 1). Гидроэлектрическая пушка с объемом цилиндра 0,4 м³ предназначена для быстрого и надежного закрытия чугунной летки мощной доменной печи, которое может производиться на полном дутье во время выпуска жидкого чугуна или шлака. Такие пушки по сравнению с применяемыми в настоящее время пневматическими и электрическими пушками более надежны. Кроме того, создание пушек с электрическим и, особенно, с пневматическим приводом при объеме цилиндра в 0,4 м³ для мощных доменных печей представляет значительные трудности конструктивного порядка.

Гидроэлектрическая пушка Уралмашзавода состоит из трех основных узлов: собственно пушки А, прижимного устройства Б и механизма поворота пушки В.

Собственно пушка имеет рабочий цилиндр 1 diam. 580 мм для глины, задаваемой в летку доменной печи, и гидравлический цилиндр 2. Цилиндры соединены между собой промежуточной деталью — крышкой гидравлического цилиндра. С переднего конца рабочего цилиндра на шарнире крепится переходная часть 3 и носок пушки 4. Загрузка глины производится через откидную переднюю часть и два люка, расположенные в заднем конце рабочего цилиндра.

Шток делается кованым из стали заодно целое с поршнем гидравлического цилиндра, а поршень рабочего цилиндра изготавливается отдельно и насаживается на шток. Поршни приводятся в движение маслом с рабочим давлением 70 кг/см². Ход поршня 1510 мм.

Пушка подвешивается к прижимному устройству. Последнее состоит из двух механизмов: прижимного и захватного.

Прижимной механизм предназначен, во-первых, для ввода носка пушки в летку перед забивкой последней; во-вторых, — удерживать пушку в этом положе-

нии в течение всей забивки и, в-третьих, — вывести ее из габаритов желоба по окончании забивки летки.

Прижимной механизм состоит из лафета 5, тележки 7, двух плунжерных гидравлических приводов 6 и рычага 8 для подвешивания пушки.

Две пары бегунов тележки, находящиеся в прорезах лафета, обеспечивают ее прямолинейное движение. Тележка получает движение попеременно от плунжеров, имеющих общий шток.

Рычаг 8 служит для подвешивания пушки и придания ее движению необходимой траектории. Хвост рычага имеет дугобразный вырез, через который проходит ролик, укрепленный на стенках лафета. Пушка подвешивается к рычагу в передней части непосредственно через валик, а в задней — через косынку, имеющую ряд отверстий с различными расстояниями между ними. Косынка предназначена для регулирования угла наклона пушки.

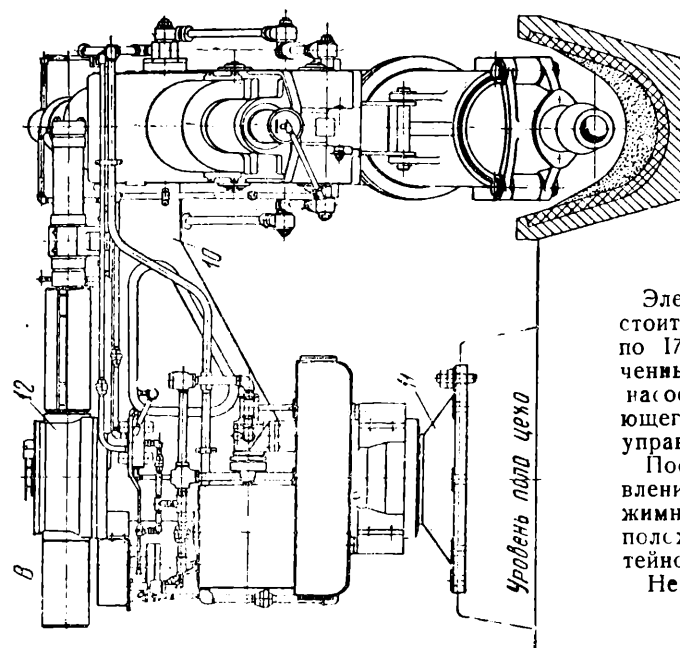
При движении тележки вперед рычаг вначале круто спрокидывает пушку до угла наклона в 20° и далее на оставшемся участке, равном 40 мм, обеспечивает прямолинейное движение, необходимое для правильного подвода носка пушки к летке доменной печи.

Захватный механизм расположен на передней части прижимного устройства. Его цель — удержать прижимное устройство в момент забивки.

Захватный механизм состоит из скобы 9, рычагов и т.г. Скоба предназначена для удержания пушки за упор, укрепленный на горне доменной печи. Все остальные элементы этого механизма служат для поднятия скобы перед отводом пушки в сторону и для постановки ее после отвода пушки в положение, предшествующее закреплению. Прижимное устройство с пушкой посредством V-образной детали сверху лафета крепится к консоли поворотного механизма.

Последний подводит пушку к летке из нерабочего положения и обводит до отвода после забивки летки. Работа механизма поворота заключается в поворачивании консоли 0 с подвешенными к ней пушкой и прижимным устройством вокруг неподвижной колонны 11.

Поворот консоли осуществляется реечным механизмом 12 от гидравлического привода. Управление цилиндрами гидравлических



приводов пушки производится с помощью специальных золотников. Для питания маслом всех гидравлических цилиндров на механизме поворота установлены два масляных насоса высокого давления (80 ат) типа НП-709 завода Гидропривод производительностью 100 л/мин.

Электрооборудование пушки состоит из двух моторов мощностью по 17,5 кВт, 960 об/мин, предназначенных для приведения в движение насосов, шести соленоидов толкающего типа для золотников и пульта управления.

Последний предназначен для управления механизмом поворота, прижимным устройством пушки и расположен в специальной будке на литейном дворе.

Некоторые эксплуатационные по-

казатели новой конструкции таковы: время движения поршня вперед — 66 сек, назад — 53 сек. Скорость выхода глины из носка пушки — 0,35 м/сек. Усилие прижима пушки — 14 т, а время прижима — 6 сек. Угол поворота консоли — 180°, а время поворота — 6 сек.

Проект гидроэлектропушки разработан конструкторами Уралмашзавода И. А. Зиминим, К. В. Лесных, С. К. Хайтоновым и П. И. Юрченко.

Чугуновоз — миксер емкостью 200 т (рис. 2). Этот чугуновоз предназначен для принятия и перевозки чугуна (предельного и литейного) от доменных печей к разливочной машине, в мартеновский цех или на другие заводы, расположенные в радиусе 20—25 км.

Ходовая (экипажная) часть состоит из двух самостоятельных вагонов, на которых установлены опоры ковша чугуновоза. Последние выполнены в виде литых стальных плит с двумя подшипниками каждая, на которые опирается каждая цапфа ковша. Плита приводной опоры увели-

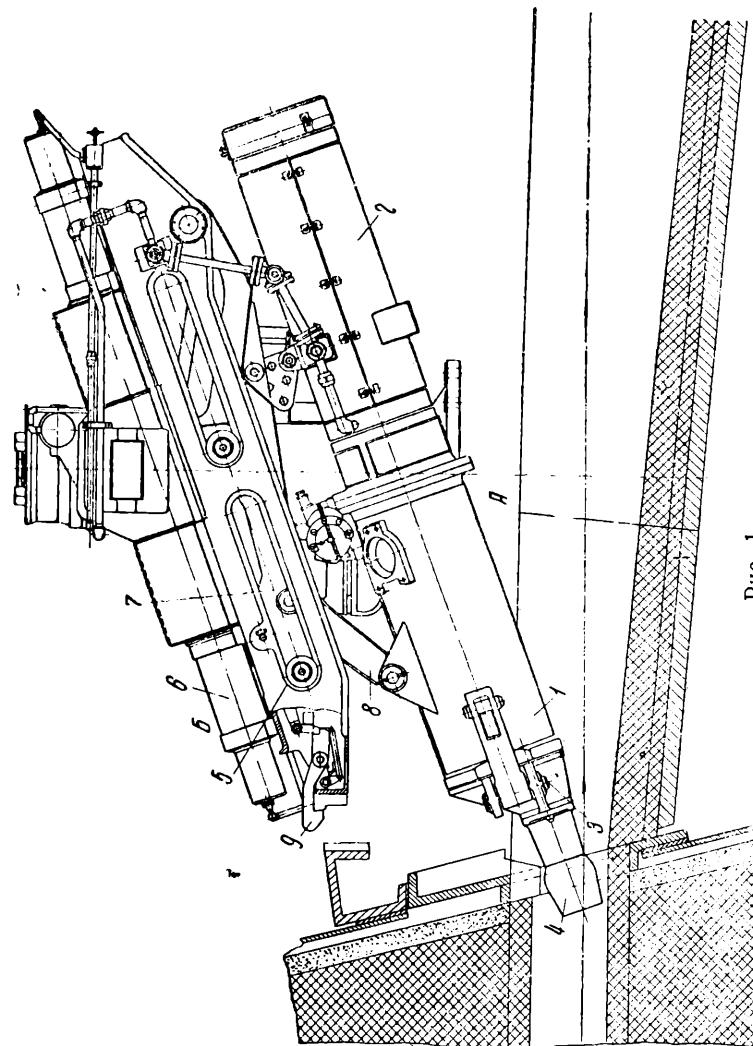


Рис. 1

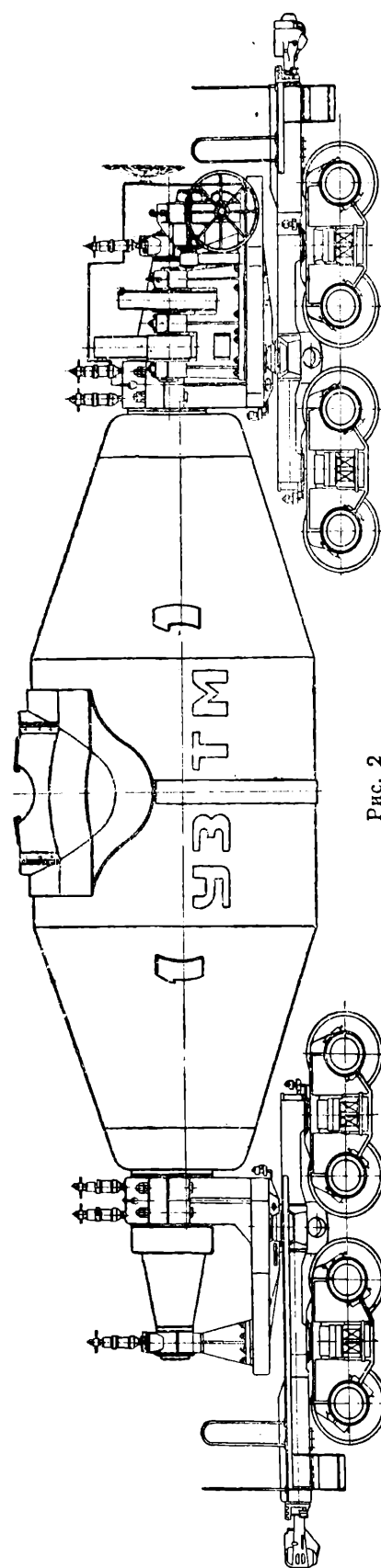


Рис. 2

чена и несет на себе весь механизм кантования ковша. Каждый вагон состоит из двух двухосных тележек статической грузоподъемностью по 80 т, связанных через тарельчатые пятники общей стальной рамой.

Железнодорожные тележки выполнены на сферических двухрядных роликоподшипниках. В рессорах по 12 цилиндрических винтовых пружин.

Сцепка — автоматическая. Длина чугуновоза в осях сцепок — 16 400 мм.

Оболочка ковша — сварная, из листа толщиной 30 мм, имеет отверстия диам. 14 мм, расположенные в шахматном порядке с шагом 500—600 мм. Отверстия предназначены для выхода пара при сушке футеровки, что предохраняет последнюю от повреждения и отхода от оболочки. Полезный объем ковша — 26,15 м³; он обеспечивает грузоподъемность до 200 т.

Отсутствие общей рамы под чугуновозом, помимо уменьшения собственного веса и лучшей проходимости кривых, позволяет ковшу вращаться на 360°, что особенно важно при смене футеровки.

Положение оси вращения ковша обеспечивает во всех случаях восстанавливающий момент от его собственного веса, т. е. самовозврат ковша в вертикальное положение. Общая высота чугуновоза от головки рельсов до верхней кромки горловины — 4140 мм. Мотор ковша — трехфазный, короткозамкнутый, мощностью 11 кВт 675 об/мин. Передаточное число привода при скорости вращения ковша 0,2 об/мин равно 3375.

Механизм привода кантования ковша имеет одну червячную передачу, заключенную в масляную ванну, и три пары цилиндрических зубчатых передач, собранных в самостоятельный блок.

Принятый угол скольжения червяка в 7°7' практически самотормозящий; благодаря большому передаточному числу (3375) и трению в передачах имеется надежное удерживание ковша от самопроизвольного движения к исходному вертикальному положению. В случае отсутствия напряжения в сети механизм может приводиться вручную, для чего предусмотрен штурвал, надеваемой на вал червяка.

Весь механизм кантования закрыт пыленепроницаемым металлическим кожухом сварной конструкции, имеющим соответствующие окна для наблюдения и смазки.

Проект чугуновоза создан группой конструкторов доменного оборудования в составе С. И. Табакина, Н. А. Перотта, М. З. Козлова и др.

Инж-ры С. М. ГАВРИЛОВ
и В. Ф. КАЧАНОВ

Металлокерамика в машиностроении новой пятилетки

Канд. техн. наук М. Ю. БАЛЬШИН

В последние годы быстро развивается новая отрасль техники — металллокерамика (порошковая металлургия), занимающаяся изготовлением металлических изделий из порошков.

Значение металллокерамики в свете задач новой Сталинской пятилетки трудно переоценить. При освоении новых машин конструкторы должны использовать ценные свойства металллокерамических материалов. Технологи должны освоить заводские методы их получения.

Основной вариант металллокерамического производства заключается в том, что смесь порошков нужного состава прессуется в стальных прессформах, после чего спрессованные полуфабрикаты термически обрабатываются (спекаются) при температуре ниже точки плавления главного компонента сплава. После спекания изделия можно также дополнительно обрабатывать давлением, для доведения до точных размеров или же повышения плотности.

Металлокерамическая технология имеет два основных преимущества перед обычными методами получения металлических материалов и изделий.

Во-первых, она позволяет получать новые материалы, изготовление которых обычными методами невозможно — например, тугоплавкие металлы (вольфрам, молибден, тантал); композиции из металлов и неметаллов (медно-графитовые щетки, магнито-диэлектрики из ферромагнитных материалов и пластмасс); пористые подшипники и фильтры и т. п.

В ряде случаев такие новые металллокерамические материалы являются эффективными заменителями цветных металлов. Так например, пористое железо может заменять медь, оловянистую бронзу, латунь, свинец.

Во-вторых, техника порошковой металлургии дает возможность изготавливать детали окончательных размеров с допусками по третьему, второму и даже в некоторых случаях по первому классу точности, не прибегая к обработке резанием. Поэтому отпадают потери металла в стружку, доходящие при обычных методах изготовления деталей до 80%, и расходы на обработку резанием.

Количественно выпуск металллокерамических изделий в настоящее время невелик — менее 0,1% от мировой продукции металла¹. Эта скромная цифра не дает истинного представления о значении порошковой металлургии для техники не только с точки зрения качества получаемых материалов и изделий, но и затрат металла. Один килограмм порошкового железа, применяемого для изготовления подшипников или деталей, соответствует (в связи с отсутствием потерь металла в струж-

¹ В Германии во время войны выпуск металллокерамических изделий доходил до 0,2% от общего веса довоенного выпуска металла.

ку, меньшим удельным весом и т. д.) 2—4 кг литого металла. Один килограмм металлокерамических твердых сплавов при обработке металлов резанием и давлением столь же эффективен, как десятки килограммов высоколегированных инструментальных сталей. Можно привести следующий пример значения порошковой металлургии для народного хозяйства. В Германии, во время войны изготовлялось свыше 30 тыс. т/год пористого железа взамен медных сплавов (бронзы, латуни, меди) для снарядных поясков, подшипников и т. п. Так как 1 т пористого железа эквивалентна не менее 2 т меди, то экономия в этом случае составляла свыше 60 тыс. т меди. В то же время вся довоенная добыча первичной меди из собственных руд в Германии составляла 30 тыс. т/год.

Можно с полным основанием утверждать, что современная техника немыслима без металлокерамических материалов. Нельзя представить

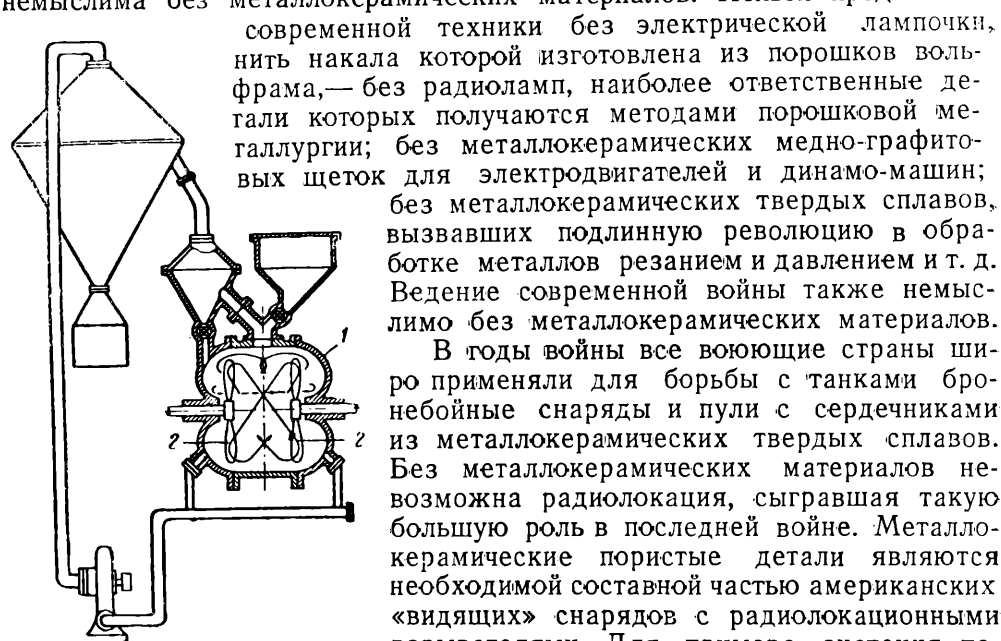


Рис. 1

современной техники без электрической лампочки, нить накала которой изготовлена из порошков вольфрама, — без радиоламп, наиболее ответственные детали которых получают методами порошковой металлургии; без металлокерамических медно-графитовых щеток для электродвигателей и динамо-машин; без металлокерамических твердых сплавов, вызвавших подлинную революцию в обработке металлов резанием и давлением и т. д. Ведение современной войны также немыслимо без металлокерамических материалов.

В тоды войны все воюющие страны широко применяли для борьбы с танками бронебойные снаряды и пули с сердечниками из металлокерамических твердых сплавов. Без металлокерамических материалов невозможна радиолокация, сыгравшая такую большую роль в последней войне. Металлокерамические пористые детали являются необходимой составной частью американских «видящих» снарядов с радиолокационными взрывателями. Для примера значения порошковой металлургии в военном деле можно указать, что современный американский

бомбардировщик «летающая крепость» — имеет около 4000 металлокерамических деталей.

Следует, однако, подчеркнуть, что методы порошковой металлургии при всех их преимуществах не являются универсальными и не могут вытеснить во всех областях обычных методов изготовления деталей.

Так, в связи с высокой стоимостью прессформ методы порошковой металлургии экономичны только при значительном выпуске деталей данного размера (не менее 5—10 тыс. шт/год). Существует ряд ограничений по форме и величине деталей, обусловленных техникой прессования порошков. В настоящее время наиболее рентабельно изготовление изделий весом до нескольких килограммов, хотя возможно также получение очень крупных деталей, весящих более 100 кг. Наконец, механические свойства пористых металлокерамических материалов иногда недостаточны для работы при тяжелых ударных нагрузках.

Технология изготовления металлокерамических деталей

Наиболее дешевыми способами изготовления железных порошков являются механическое измельчение, распыление жидкого металла и восстановление окалины.

Дробление обрезков железной проволоки или стальной стружки было наиболее распространенным методом получения железных порошков в Германии. На рис. 1 изображена принципиальная схема предназначенной для этой цели вихревой мельницы. Она имеет футерованный износоустойчивой марганцовистой сталью кожух 1, в котором вращаются с большой скоростью (3000 об/мин) в противоположных направлениях два пропеллера 2, отлитые также из марганцовистой стали. Раздробляемый материал загружается в мельницу в виде грубо измельченных кусков — обрезков проволоки, стружки и т. п. В вихревых потоках кусочки с большой скоростью сталкиваются друг с другом и дробятся на частицы размером от 0,02 до 0,3—0,4 мм, т. е. дробящими телами являются сами частицы металла. Измельчение вязких металлов (железо, сталь, медь) возможно только в мельницах вихревого типа. Для улучшения прессуемости порошков и снятия наклепа их необходимо подвергать предварительному отжигу в защитной среде (железные порошки — 1—2 часа при 800°).

Производительность вихревой мельницы с двигателем в 20 квт составляет около 7—10 кг/час (в зависимости от крупности порошка). Расход энергии на 1 кг порошка 2,5—3 квт-ч. Один рабочий может обслужить одновременно несколько мельниц.

В последнее время эта конструкция значительно упрощена и усовершенствована. Поток воздуха (или защитного газа) подводится центробежным вентилятором в кожух мельницы и разбивается билами. Била и вентилятор смонтированы на одном валу и в этом преимущества новой конструкции перед старой, у которой пропеллеры установлены на двух валах, вращающихся в противоположных направлениях. Кроме того, изготовление бил проще и обходится дешевле, чем отливка пропеллеров.

Значительный интерес для машиностроительной промышленности представляет возможность использования чугунной стружки.

В США и Германии получило значительное применение изготовление порошков железа методами распыления жидкого металла. Одним из таких методов является способ Реннерфельта-Каллинга, по которому передельный малоуглеродистый чугун с незначительным содержанием кремния (0,4—0,5% Si) гранулируется при литье в воду на вращающийся диск (рис. 2). Полученные гранулы подвергаются обезуглероживающему отжигу в атмосфере CO—CO₂ во вращающейся печи.

Весьма интересен способ центробежного распыления (германской фирмы DPG), который совмещает распыление жидкого металла с механическим воздействием на частицы. Принципиальная схема распыления по этому способу показана на рис. 3. Тонкая струя расплавленного металла вытекает из сопла, окруженного рубашкой, в которую подается под давлением вода. Поток воды увлекает металл на вращающийся диск особой конструкции, снабженный специальными насадками для разбивания частиц порошка.

Получение железных порошков восстановлением руд с незначительным содержанием примесей для прокатной окалины генераторным газом и т. п. представляет особый интерес для предприятий черной металлургии.

Все указанные методы достаточно экономичны. Стоимость порошков железа при заводской организации производства не должна превышать 2—3 руб. за 1 кг (в зависимости от масштаба и метода производства).

Изготовление металлокерамических изделий несложно и не связано с значительными капиталовложениями на оборудование. При наличии предприятий, производящих исходные порошки в централизованном порядке, машиностроительный завод, имеющий прессы и печи, может бы-

стро организовать цех изготовления металлокерамических изделий. Металлокерамическое производство не требует рабочих высокой квалификации.

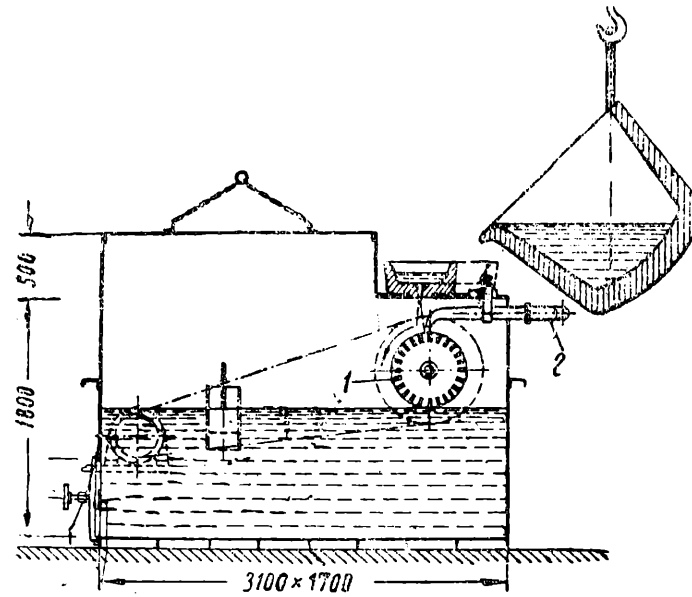


Рис. 2.

1 — диск; 2 — выпуск воды

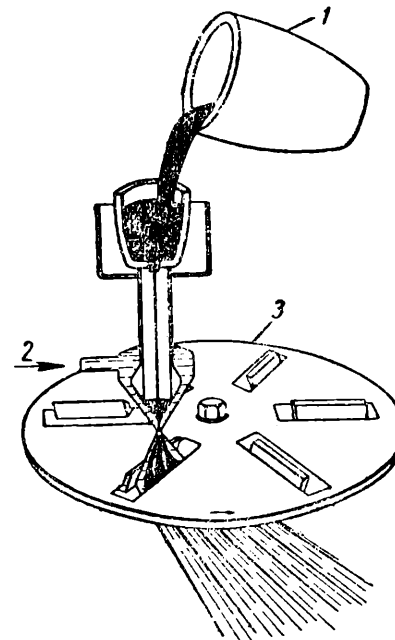


Рис. 3.

1 — расплавленный металл; 2 — вода под давлением; 3 — вращающийся диск

Для просеива порошков и смешения шихты применяется несложное оборудование: сита, барабаны с эксцентрической осью вращения для смешения порошков.

Принцип автоматического прессования показан на рис. 4. Шихта, загруженная в бункер 1, под действием собственного веса опускается в заполняющий рукав 2, который заканчивается под стаканом пресс-формы 3. По заполнении формы рукав отходит назад, после чего опу-

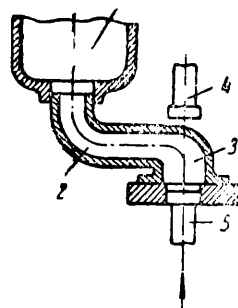


Рис. 4

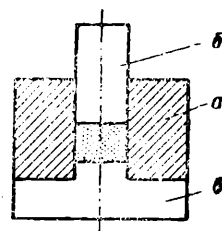


Рис. 5

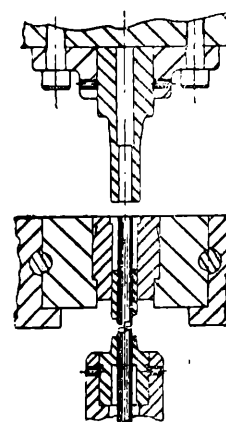


Рис. 6

скается верхний пуансон 4, производящий прессование. Затем нижний пуансон 5 выталкивает отпрессованное изделие, и рукав 2 продвигается вперед для следующего заполнения, попутно сталкивая со стола готовое изделие.

Простейшая прессформа для прессования цилиндрических изделий (рис. 5) состоит из трех частей: стакана *а*, который служит для засыпки порошка и формирования боковой поверхности изделия; пуансона *б* — подвижной части прессформы для обжатия порошка и формирования верхней поверхности изделия; подстаканника *в*, предотвращающего высыпание порошка из стакана и формирующего нижнюю поверхность изделия. В прессформах для двустороннего прессования, а также в прессформах, монтируемых на столе пресса, подставка

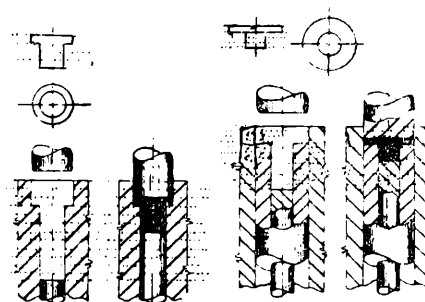


Рис. 7

заменяется нижним пуансоном, который служит для дополнительного поджатия прессовки снизу, а также для выпрессовки изделий. На рис. 6 изображена смонтированная на прессе прессформа для втулок, на рис. 7 — прессформы для детали с фланцем.

В табл. 1 указаны материалы (по данным Зелига и Вульфа), из которых готовятся прессформы, и срок их службы (число прессований до перешлифовки формы).

Спекание производится обычно при температуре $\frac{2}{3}$ — $\frac{3}{4}$ от абсолютной точки плавления металла. Металлокерамические материалы на медной основе спекают в большинстве случаев при 700—850°, на железной — около 1100°. На рис. 8 дана схема современной трубчатой проходной печи с непрерывным механизированным продвижением изделий. Последние перемещаются в лодочках и после спекания поступают в холодильник, примыкающий к печи с разгрузочного конца (на рисунке не показан). Холодильник представляет собой камеру с водяной рубашкой; в камере спеченные изделия охлаждаются в защитной атмосфере до температуры, близкой к комнатной. Защитная атмосфера циркулирует

в печи навстречу движению продукции. В качестве защитной атмосферы используется генераторный газ, частично сожженный светильный

Таблица 1

Количество прессуемых деталей	Давление прессова- ния	Материал прессформы			Обработка	Твердость РС
		№	наименование	химический состав		
Небольшие или опытные партии	Низ- кое	1	Чугун	—	—	—
		2	Цинковый сплав			
		3	„Кирксайт“ Бронза			
	Высо- кое	4	Холоднокатаная сталь	—	Цементация	—
5 000—50 000 шт.	Низ- кое	5	То же	То же	То же	61—62
	Высо- кое	6	Никель-хромовая инструментальная сталь	0,75% С; 0,6% Мп; 0,25% Si; 1,4—1,7% Ni; 0,75% Cr	Закалка в масле с 815—840°, отпуск при 135—150°	58—59
50 000—500 000 шт.	Низ- кое	7	Сталь со значи- тельным содержа- нием углерода и хрома	2% С; 0,3% Мп; 0,25% Si; 13% Cr; 0,2% V	Закалка в масле с 950—980°, отпуск при 200°	62—63
	Высо- кое	7-а	То же	То же	Закалка в масле с 950—980°, отпуск при 425°, хроми- рование	58—59
Свыше 500 000 шт.	Лю- бое	7 7-а	То же	То же	Так же, как в 7 и 7-а, по мере на- добности пере- шлифовка и допол- нительное хроми- рование	—
	—	8	Твердо-сплавные металлокерами- ческие лайнеры	—	—	—

газ, диссоциированный аммиак и т. п. В некоторых случаях изделия спекаются в коробках с защитными засыпками (уголь, графит, нефтяной кокс, чугунная стружка и т. п.).

Изделия после спекания имеют размеры достаточно точные для ряда практических целей (допуски $\pm 0,1—0,2\%$). Для повышения точности размеров или же для увеличения плотности и прочности

пористых материалов прибегают к дополнительной холодной или горячей обработке давлением. Операция доводки изделий до окончательных размеров, так называемая калибровка, состоит в холодном прессовании спеченных деталей в калибровочных пресс-формах. Эти пресс-формы отличаются от прессформ для прессования порошков меньшей высотой и более простой конструкцией. Давление калибрования обычно составляет 30—40% от давления прессования.

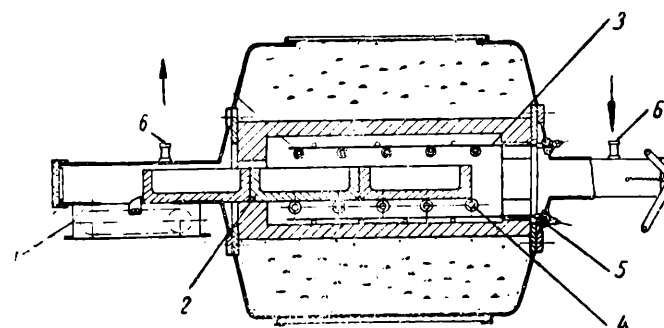


Рис. 8.

1 — продвигающий механизм; 2 — лодочка; 3 — молибденовый элемент сопротивления; 4 — молибденовые ролики; 5 — клемма; 6 — защитный газ

Один калибровщик может откалибровать в смену 6—10 тыс. деталей. После калибровки получаются изделия с зеркальной поверхностью с допусками по второму, а иногда даже по первому классу точности.

Металлокерамические материалы и их применение

Методами металлокерамики можно получать материалы как отличающиеся, так и не отличающиеся по составу и свойствам от литых.

К материалам, которые можно производить исключительно методами порошковой металлургии, относятся тугоплавкие металлы — вольфрам, молибден, тантал; твердые сплавы; композиции металлов и неметаллов (медь — графит, железо — пластмассы), всевозможные пористые металлы и сплавы.

Пористые металлокерамические материалы по механическим свойствам близки к литым металлам того же состава. Однако эти свойства значительно ниже, чем у литых металлов после обработки давлением.

Таблица 2

Операции	Пористость, %	HВ	σ_s кг/мм ²	σ_b кг/мм ²	δ , %	ϕ , %
Холодное прессование при 8000 кг/см ²	23—17	70—75	—	0,28—0,35	0	0
Холодное прессование при 6000—8000 кг/см ² и спекание при 1000°	17—12	40—50	—	17,5—26	8—12	8—12
Холодное прессование при 6000—8000 кг/см ² , спекание при 1000° и подпрессовка после спекания при 6000—8000 кг/см ²	10—7	65—70	—	26—29	0—3	0—3
То же и дополнительный отжиг при 1000°	10—7	56—65	11—14	23—26	16—22	16—22
Горячее прессование при 810° и 3500 кг/см ²	5—0	60—100	—	35—40	—	—
Холодное прессование при 6000—8000 кг/см ² , спекание при 1000° и последующая горячая ковка	0	90	21	35—50	35	60
Электрическое железо, расплавленное, прокатанное и отожженное . . .	0	45—90	7—14	24,5—28	40—60	70—90

Компактные металлокерамические материалы, как видно из табл. 2 (по Гетцелю), по механическим свойствам не уступают литым того же состава.

Одним из наиболее важных материалов, производимых порошковой металлургией, являются твердые сплавы. Основой состава современных металлокерамических твердых сплавов служит карбид вольфрама, часто с добавкой карбида титана; кроме того, эти сплавы содержат также 3—15% кобальта или никеля. Металлокерамические твердые сплавы вызвали подлинную революцию в обработке металлов резанием и давлением. Благодаря применению металлокерамических твердых сплавов скорость обработки артиллерийских снарядов увеличилась в 10 раз по сравнению с эпохой первой мировой войны. В США свыше 50% резания металлов однолезвийным инструментом производится металлокерамическими твердыми сплавами. Исключительно широко применяются в США твердые сплавы для обработки металлов давлением — волочения, штамповки, выдавливания.

Из металлокерамических твердых сплавов изготавливаются штампы с внутренним диаметром до 50 мм, весом до 50 кг для штамповки стальных листов толщиной до 11 мм. Применение таких штампов повышает выход годной продукции, улучшает качество поверхности штампуемых деталей, увеличивает степень деформации за один проход и позволяет сократить число операций. Срок службы металлокерамических штампов по сравнению со стальными больше по крайней мере в 20 раз. При холодной штамповке носиков 105-мм артиллерийских снарядов твердосплавные штампы давали до 3 млн. шт. вместо 50 тыс. при применении стальных штампов. Стоимость металлокерамического инструмента на 100 тыс. шт. при этом понизилась до 8 долл., тогда как для стальных штампов она составляла 64 долл. В США теперь применяют валки из металлокерамических твердых сплавов длиной до 1 м и диаметром до 150 мм для холодного проката стали. Срок их службы в 50—100 раз больше, чем стальных валков. Их применение позволяет увеличить обжатие за проход и получать продукцию высокого качества (с более однородной толщиной листа и лучшим качеством поверхности).

За последнее время сильно увеличилось применение твердых сплавов для изготовления изнosoустойчивых деталей машин и инструмента — подшипников, сопел пистолетов для распыления красок, клапанов нефтяных насосов, наконечников измерительного инструмента и т. п.

Исключительно важное значение имеют разработанные ЦНИИТМАШ пористые подшипники на железной основе. Они готовятся из железных порошков, часто с добавкой 2—3% графита. Эти подшипники имеют 15—30 объемных процентов пор, содержащих аварийный запас смазки; это обеспечивает превосходную прирабатываемость пористых подшипников. Различные модификации пористых подшипников на железной основе имеют твердость от 20 до 80 H_V , сопротивление изгибу — 10—35 кг/мм², разрыву — 6—18 кг/мм². Пористые подшипники пригодны и для закаленных и для сырых валов. Предельное значение произведения нагрузки на скорость $p \cdot v$ для пористых подшипников на железной основе — 70—100 кг/см² · м/сек. Эти подшипники не только успешно заменяют оловянистую бронзу, но и значительно превосходят ее по некоторым свойствам. Применение пористых подшипников в ряде случаев позволяет сократить расход масла, упростить конструкцию смазочных узлов, снизить расходы на обслуживание, уменьшить брак продукции от попадания смазки (например, в пищевой и текстильной промышленности) и т. п. Иногда пористое железо превосходит шарикоподшипники. Например, срок службы пористых подшипников на угольных транспортерах в 8 раз больше, чем шариковых. В настоящее вре-

мя пористые подшипники на железной основе с успехом испытаны в различных областях машиностроения (изготовлено свыше полумиллиона штук) — станкостроения, текстильных машинах, пищевой промышленности, электромоторах, подъемно-транспортном машиностроении, автомобилях, точном машиностроении и т. п.

Значительна область применения металлокерамических фрикционных материалов. Металлокерамический слой (60—75% Cu, 5—10% Sn, 6—15% Pb, 5—8% графита, иногда с добавками SiO₂, Fe, Zn) толщиной 0,25—10 мм наносится на стальные диски или ленты. Металлокерамические тормозные материалы применяются в самолетах, танках, тракторах, автомобилях, машинах для земляных работ, промышленных мотовозах, локомотивах, подъемных кранах, револьверных токарных станках, фрикционных прессах и т. п. Металлокерамические тормозные материалы в ковочных фрикционных прессах Аякс мощностью 1000 т служили иногда в несколько десятков раз дольше, чем прежние фрикционные материалы.

Пористые металлокерамические фильтры обычно готовятся из 92% Cu и 8% Sn и содержат около 50% пор. Они применяются для фильтрации жидкого горючего и смазки для дизелей и бензиновых двигателей: стационарных, судовых, автомобильных и авиационных. Они также употребляются в химической промышленности, в устройствах для кондиционирования воздуха, для регулирования количества протекающей жидкости или газа, во взрывобезопасных электродвигателях. На рис. 9 даны примеры применения пористых металлокерамических фильтров.

Пористые материалы также широко используются в уплотнительных деталях. По данным Джонса для борьбы с обледенением самолетов кромки крыльев покрываются пористой медно-никелевой полоской, через поры которой циркулирует жидкость, препятствующая обледенению (антифриз). Такое устройство в пять раз повышает эффективность действия антифриза. Вес всей установки, включая запас антифриза, — 0,6% от веса самолета, причем 50% падает на вес антифриза.

Прогресс современной электротехники неразрывно связан с применением металлокерамических материалов — тугоплавких металлов (вольфрама, молибдена, тантала) для нитей ламп накаливания, деталей радиоламп, генераторных ламп и т. п.; магнитных металлокерамических материалов — сердечников индукционных катушек из железных порошков и пластмасс; постоянных магнитов типа Алнико и т. п.

Указанные выше материалы можно получать только методами порошковой металлургии. За последнее время получило значительное распространение изготовление стальных металлокерамических деталей сложной формы, например шестерни, которые можно получить и обычным путем, но которые выгоднее готовить методами порошковой металлургии. На рис. 10 показаны некоторые металлокерамические детали.

Табл. 3 дает сопоставление цен металлических порошков в США (относящихся к декабрю 1946 г.), литых металлов и металлического полуфабриката. Из этих данных видно, что порошки стоят на 25—70% дороже соответствующих цветных металлов, но дешевле полуфабриката (листов, проволоки). Так как в стоимости металлокерамических изделий наибольшая доля падает на порошки, то в США в некоторых случаях считают выгоднее изготавливать детали из цветных металлов методами порошковой металлургии. Порошки железа в США стоят значительно дороже стального полуфабриката.

При заводской организации производства стоимость готовых металлокерамических железных деталей должна составлять около 6 руб. за 1 кг. При обычных методах стоимость готовых стальных и чугу-

Таблица 3

Название металла	Порошки		Обычные металлы	
	характеристика	цена в цент. за англ. фунт	характеристика	цена в цент. за англ. фунт
Железо	Дробленое	4	Листовое Проволока	4,5
	Губчатое Промышленное Электролитическое	7,4—8 11—16 17		3,5
Медь	Электролитическая Восстановленная	23,5—27,5	Электролитическая Листовая	19,5
		22,6		29,21
Алюминий	Распыленный	25	Первичный в чушках Листовой	15
				23,7—32,7

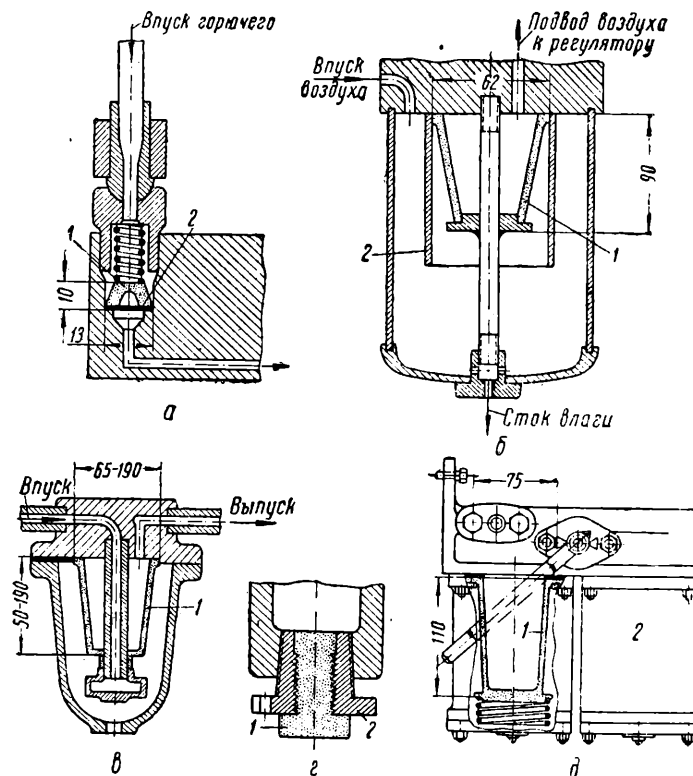


Рис. 9.

а — фильтрование горячего в дизель-моторе General Motors; 1 — пористый фильтр; 2 — стальная прокладка, плакированная медью (соединенная с пористым фильтром при его изготовлении); б — пористый фильтр, сочетающий очистку воздуха от влаги и пыли и регулирование давления в устройстве для распыления красок фирмы Binks Mfg. Co; 1 — пористый фильтр; 2 — экран; в — фильтрующее и центрифугирующее устройство фирмы Kaue Mac Donald, Inc. для очистки жидкостей и газов; 1 — пористый фильтр; 2 — впуск; 3 — выпуск; г — взрывобезопасное приспособление для циркуляции воздуха фирмы Thom, Products, Inc. во взрывобезопасных моторах, рекомендованное американским бюро пожарной безопасности; 1 — пористый фильтр; 2 — стальная втулка; д — фильтр General Motors для фильтрования жидкого горячего для локомотивных дизелей. Установка позволяет производить фильтрование во время работы дизеля благодаря наличию двух фильтров 1 и 2

ных деталей весом до 250 г иногда составляет 20—40 руб. за 1 кг. В дальнейшем следует ожидать еще большего снижения себестоимости металлокерамических материалов.

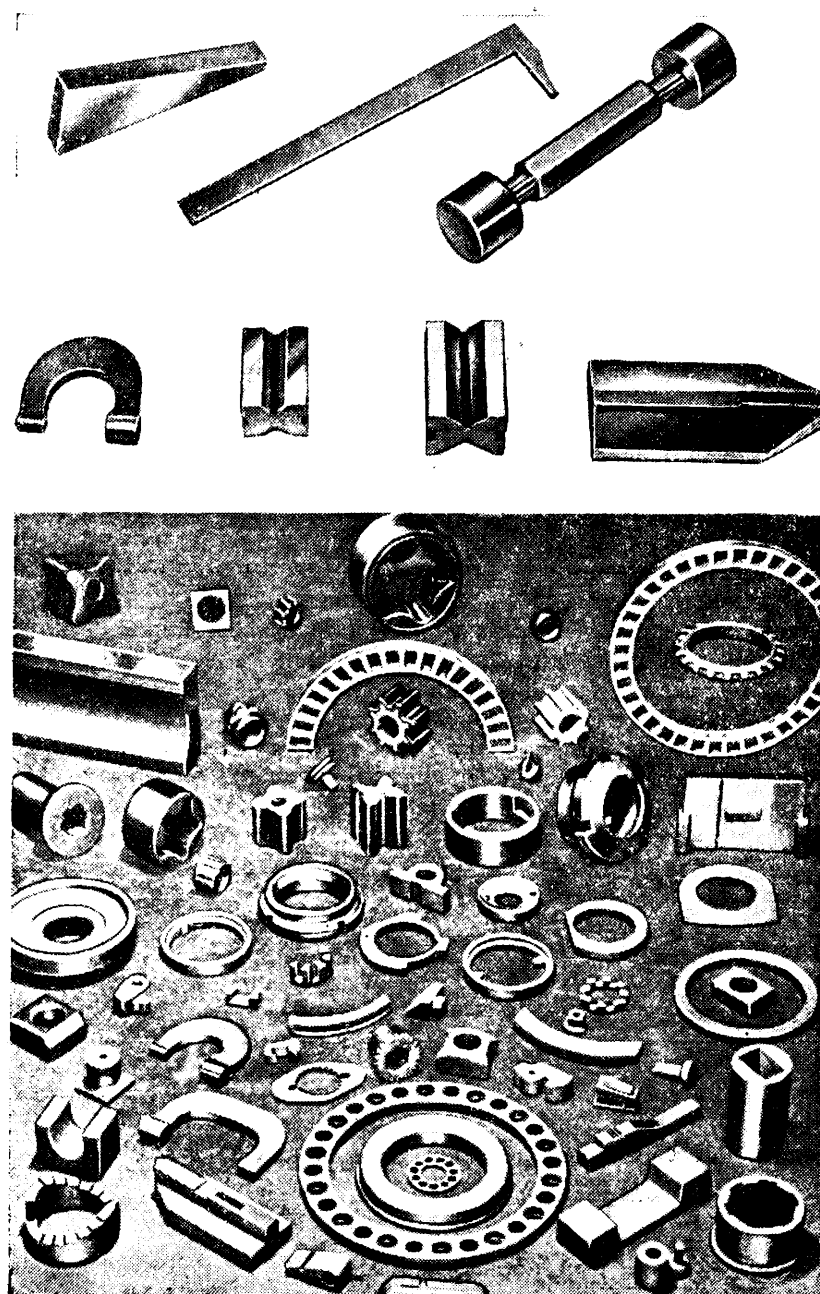


Рис. 10

Не подлежит сомнению, что в ближайшие годы значительно развернется производство уже исследованных металлокерамических материалов — пористых подшипников, стальных деталей, твердых сплавов, уплотнительных материалов, электротехнических материалов. Наряду с этим порошковая металлургия открывает широкие перспективы разработки новых промышленных материалов. В числе таких перспективных

материалов можно назвать крипоустойчивые материалы на основе тугоплавких металлов, чистый титан и сплавы на его основе. Ковкий титан можно получать только металлокерамическим путем. Титан является одним из десяти наиболее распространенных элементов земной коры. Он легче (удельный вес $4,5 \text{ г/см}^3$) и прочнее железа. Для упрочненного титана $\sigma_b = 88 \text{ кг/мм}^2$, отожженного — 57 кг/мм^2 , а у отожженного железа только 35 кг/мм^2 . Его удлинение — 28% , твердость — 75 R_{H} , модуль упругости — $11\,300 \text{ кг/мм}^2$, температура плавления титана 1725° . Титан обладает высокой коррозионной стойкостью — почти такой же, как и нержавеющая сталь. Он имеет при 880° аллотропическое превращение, поэтому сплавы титана можно так же, как и стальные, подвергать соответствующей термической обработке. Все это делает титан важным перспективным материалом для авиации.

* * *

В новой Сталинской пятилетке применение металлокерамических материалов в машиностроении должно значительно возрасти, для чего необходимо провести ряд мероприятий. К их числу относятся строительство заводов и цехов, производящих железные порошки; организация цехов для изготовления металлокерамических изделий на автомобильных и тракторных заводах и в угольной промышленности; широкое внедрение пористых подшипников на железной основе, фрикционных дисков и других металлокерамических деталей в автомобильной промышленности, авиации, сельскохозяйственном машиностроении, для подъемно-транспортного оборудования; расширение применения металлокерамических твердых сплавов для обработки давлением и т. п. Должен значительно увеличиться объем исследовательских работ по порошковой металлургии. Необходимо широкое ознакомление инженеров-машиностроителей и металлургов с металлокерамикой, издание специальной литературы, организация преподавания порошковой металлургии в машиностроительных и металлургических вузах. Имеются все предпосылки для того, чтобы наше отечественное машиностроение заняло ведущее место в области порошковой металлургии. Борьба за выполнение этой задачи является делом чести советских металлокерамиков.

ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА И УПРОЧНЕНИЕ МЕТАЛЛОВ

Влияние легирующих элементов на цементуемость железа

Д-р техн. наук, проф. А. П. ГУЛЯЕВ

Как известно, различные легированные стали обладают неодинаковой способностью к цементации, что объясняется влиянием легирующих элементов. Влияние отдельных элементов на цементуемость железа и стали изучалось многими исследователями — Тамманом, Гийэ, Гудремоном, Шрадером; ряд работ посвящен определению коэффициента диффузии углерода в сталь с разным содержанием легирующих элементов (например, последние работы Мели). Однако все эти работы не дают ответа на два важнейших вопроса: каково относительное влияние основных легирующих элементов на цементуемость конструкционной стали при обычном содержании их и чем объяснить различное влияние элементов. Причиной, видимо, является то, что в большинстве исследований изучалось влияние только одного-двух каких-либо элементов. В других работах, где было взято достаточное их количество и опыты по цементации проводились в одинаковых условиях, интересные выводы также не могут быть сделаны. Объясняется это тем, что в опытах обычно не учитывалась необходимость иметь сплавы с постоянным содержанием примесей

(особенно это относится к углероду, колебания в содержании которого сильно влияют на цементуемость стали). Кроме того, в опытах часто по каждому элементу имелось недостаточное количество сплавов, и графически влияние легирующего элемента строилось по 1 — 2 опытным точкам.

В своей работе автор стремился избежать этих недостатков. Для испытания¹ были взяты сплавы с постоянным и очень низким содержанием примесей, причем во всех сплавах (кроме одного) было 0,02 — 0,03 % С. По каждому элементу имелось 4 сплава с содержанием приблизительно 1, 2, 3 и 5 % и один сплав без легирующих элементов (т. е. почти чистое железо).

Состав этих сплавов приводится в табл. 1.

Таблица 1

Основной легирующий элемент	Химический состав в %								
	C	S	P	Si	Mn	Cr	Ni	W	Mo
—	0,02	0,047	0,028	0,20	0,10	—	—	—	—
Si	0,02	—	0,035	0,71	0,12	—	—	—	—
	0,02	—	0,032	2,21	0,19	—	—	—	—
	0,02	—	0,031	2,51	0,10	—	—	—	—
	0,02	0,037	0,036	4,92	0,34	—	—	—	—
Ni	0,03	—	0,032	0,08	0,2	—	1,26	—	—
	0,02	—	0,032	0,07	0,033	—	2,48	—	—
	0,03	—	0,033	0,15	0,16	—	3,10	—	—
	0,03	0,031	0,037	0,12	0,04	—	5,33	—	—
W	0,02	—	0,021	—	0,04	—	—	0,89	—
	1,02	—	0,018	—	Следы	—	—	1,86	—
	0,02	—	0,021	0,02	0,02	—	—	2,95	—
	0,02	0,048	0,024	—	0,04	—	—	5,15	—
Mo	0,02	—	0,028	0,08	0,04	—	—	—	1,27
	0,03	—	0,033	0,08	0,10	—	—	—	2,61
	0,02	—	0,031	0,02	0,03	—	—	—	3,00
	0,10	0,049	0,041	0,15	0,18	—	—	—	6,54
Cr	0,02	—	0,039	0,10	0,03	0,84	—	—	—
	0,02	—	0,039	0,10	6,12	1,24	—	—	—
	0,02	—	0,04	0,10	0,10	3,20	—	—	—
	0,03	—	0,04	0,10	0,10	4,17	—	—	—
Mn	0,02	—	0,022	0,04	0,85	—	—	—	—
	0,02	—	0,032	0,04	1,70	—	—	—	—
	0,02	—	0,043	0,06	2,53	—	—	—	—
	0,02	0,036	0,042	0,08	4,00	—	—	—	—

Все образцы были одновременно подвергнуты газовой цементации в заводской печи системы Хэви-Дюти. Цементация велась в парах бензола при температуре 925° в течение 11 час².

За способность сплава к цементации принималась полная глубина ее цементации, т. е. расстояние от поверхности до исходной ферритной структуры.

Для всех сплавов анализ показал примерно одинаковое содержание на поверхности углерода (1,2÷1,3 % С); распределение его по глубине имело одинаковую закономерность, проверенную на нескольких сплавах. Это позволяет считать, что глубина слоя характеризует количество диффундировавшего углерода, т. е., иными словами, зависит от коэффициента диффузии опытных сплавов.

¹ Экспериментальная часть проводилась совместно с инж. М. С. Чаадаевой.

² Аналогичные данные получены и при других режимах цементации, произведенной в лабораторной установке (900° — 3 часа; 900° — 8 час. и 950° — 3 часа).

Результаты опытов в виде кривых приведены на рис. 1, из которого видно, что никель и кремний резко уменьшают глубину слоя, ухудшают способность стали к цементации. Карбидообразующие элементы — вольфрам, молибден, хром и марганец — незначительно увеличивают глубину слоя, повышают способность стали к цементации. Введение вольфрама в небольших количествах даже несколько уменьшает цементуемость стали.

Чем можно объяснить различное влияние легирующих элементов на цементуемость стали?

Из распределения 5 элементов на способствующие цементации (Mn, Cr, Mo и отчасти W) и препятствующие цементации (Ni, Si) прежде всего следует отметить,

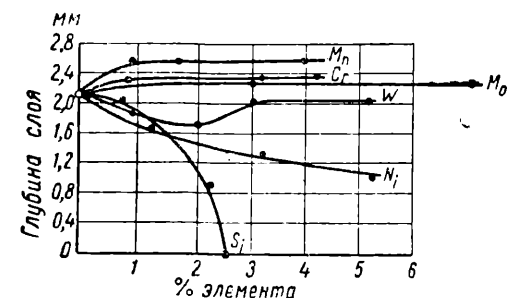


Рис. 1. Влияние элементов на глубину цементационного слоя

что карбидообразующие элементы способствуют цементации, а элементы, не образующие карбидов, препятствуют цементации. При введении перечисленных элементов (до 5 %) они образуют с железом твердые растворы замещения и при температуре цементации полностью находятся в растворе. Предполагается, что растворенный в железе элемент создает определенную сферу влияния вокруг того узла в кристаллической решетке, в котором атом железа заменен атомом легирующего элемента.

Введение в сталь элементов, не имеющих сродства с углеродом (в присутствии железа), отрицательно влияет на восприимчивость кристаллической решетки в отношении диффузии углерода. Такими элементами являются некарбидообразующие элементы, как Ni и Si, которые вызывают непрерывное уменьшение глубины слоя по мере увеличения их содержания в металле.

Благодаря большей склонности к карбидообразованию вольфрама, молибдена, марганца и хрома по сравнению с железом узлы, где расположены атомы этих элементов, являются активными центрами решетки. Эти центры способствуют поглощению и перемещению углерода, что по мере роста содержания данного карбидообразующего элемента вызывает и увеличение глубины слоя.

Интересен, однако, тот факт, что хотя карбидообразующие элементы способствуют цементации, кривые влияния элементов располагаются так, что наименее активный карбидообразователь Mn наиболее активно увеличивает глубину слоя. Дальше активность элементов постепенно убывает по мере увеличения их склонности давать более стойкие карбиды.

Здесь может быть выявлена связь между температурой плавления и атомными размерами легирующих элементов и их влиянием на цементуемость. Если расположить элементы в ряд в порядке возрастания их атомных радиусов (табл. 2), то их последовательность будет такая же, как и расположение кривых на рис. 1

Таблица 2

Элемент	Fe	Mn	Cr	Mo	W
Атомный радиус в Å	1,26	1,27	1,30	1,39	1,41

Диффундирующий атом углерода обладает определенным запасом кинетической энергии, которая в процессе диффузии расходуется при соприкосновении с атомами основного металла.

Согласно формуле Лангмюр-Дешман

$$D = A e^{-\frac{Q}{RT}},$$

коэффициент диффузии D обратно пропорционален энергии диффузии $\frac{Q}{RT}$. Следовательно, этот коэффициент будет тем меньше, чем больше энергия „разрыхления“, т. е. энергия, необходимая для раздвигания атомов.

Чем больше размер атома легирующего элемента, тем больше энергии должен тратить атом углерода на создание себе пути для диффузии, тем скорее он теряет

свой энергетический запас и тем меньше глубина цементуемого слоя. Это объясняет относительное расположение кривых на рис. 1 для карбидообразующих элементов.

Энергия диффузии может быть связана не только с атомными размерами, но и с температурой плавления. Температура плавления марганца — 1245°; хрома — 1700°; молибдена — 2630° и вольфрама — 3370°. Расположение кривых влияния марганца, хрома, молибдена и вольфрама на цементуемость железа находится в той же последовательности, что и температуры их плавления.

Итак, элементы, образующие в стали карбиды, способствуют цементации, а не образующие карбидов затрудняют ее.

Относительная способность карбидообразующих элементов улучшать цементацию обуславливается энергией диффузии, что находится в прямой зависимости с их атомными размерами и температурой плавления.

В заключение отметим еще и микроструктурное отличие в цементованных слоях; в сплавах, легированных некарбидообразующими элементами (Ni и Si), карбиды располагаются в виде отдельных более или менее скоагулированных зерен (рис. 2); в сплавах, легированных карбидообразующими элементами (Cr, W, Mo, Mn), после медленного охлаждения после цементации наблюдается сетка карбидов по границам бывших аустенитных зерен (рис. 3).

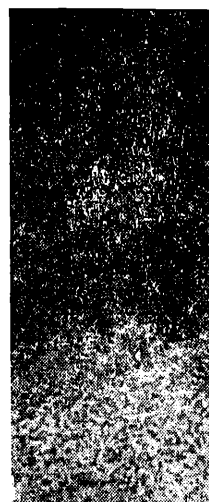


Рис. 2.
Цементованный
слой в сплаве с
3,1% Ni. $\times 50$

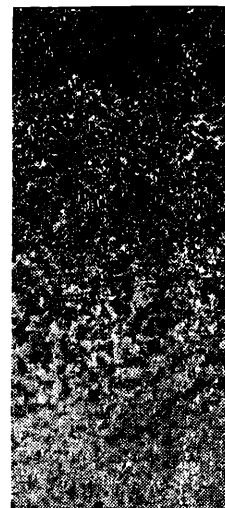


Рис. 3.
Цементованный
слой в сплаве с
2,95% W. $\times 50$

Влияние обдувки дробью на повышение усталостной прочности деталей

Канд. техн. наук М. М. САВЕРИН

Хорошо известно, что прочностные свойства материалов и деталей повышаются при их пластической деформации. В некоторых случаях это упрочнение является побочным фактором, сопровождающим процесс формирования детали (прокатка, волочение), в других — основным, оправдывающим самую технологию этого упрочнения. К последней группе относится процесс обдувки дробью (Shot peening), получивший широкое распространение в иностранной практике.

Детали машин современного машиностроения, как правило, подвергаются действию переменных нагрузок. При основных видах нагружения деталей (изгиб, кручение) номинальные максимальные напряжения оказываются на поверхности, т. е. где обычно сосредоточена основная масса конструктивных и технологических концентраторов напряжений (резкие переходы, следы механической обработки и т. д.). Обдувка дробью этих деталей во-первых, улучшает прочностные свойства высоконагруженных поверхностных слоев, во-вторых, создает в них сжимающие внутренние напряжения. Последние, снижая среднее значение циклических эксплуатационных напряжений, также должны способствовать повышению предела выносливости.

Однако единого мнения о том, какая из этих причин более эффективна, пока нет. Изучая этот вопрос, Тум [1] провел испытания сплошных и полых наклепанных и ненаклепанных образцов, имеющих кольцевой надрез. По его мнению сверление образцов после наклепа (обкатки) почти полностью снимало остаточные напряжения. Результаты, полученные Тумом (рис. 1), привели его к выводу, что четыре пятых эффекта повышения усталостной прочности при переменном изгибе следует приписать остаточным поверхностным сжимающим напряжениям и лишь одну пятую — непосредственному упрочнению поверхностного слоя.

Мур и Коммерс [2], а также Хоржер [3] утверждают, что одно лишь упрочнение, связанное с наклепом, способно резко повысить предел выносливости. Они доказывают это на примере испытания образцов, изготовленных из предварительно вытянутых заготовок (рис. 2). В одной из работ [4] Хоржер приводит данные (рис. 3), из которых следует, что предварительное растяжение заготовок повышает усталостную прочность более эффективно, чем обкатка образцов.

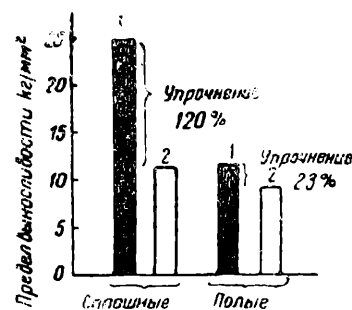


Рис. 1. Повышение предела выносливости обкатанных образцов при изгибе.
1 — обкатанные; 2 — необкатанные образцы

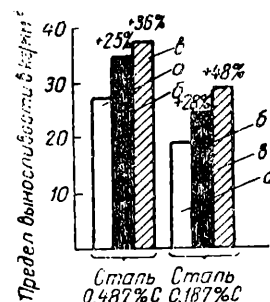


Рис. 2. Влияние предварительной вытяжки на усталостную прочность. Уменьшение сечения при вытяжке.
б — на 8%; в — на 27-28%

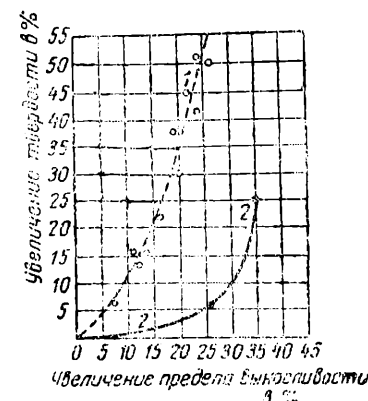


Рис. 3. Соотношение между повышением твердости и пределом выносливости при вытяжке заготовок и обкатке образцов.
1 — обкатка; 2 — вытяжка

По мнению автора статьи оба фактора влияют на эффект повышения усталостной прочности, который достигается в результате поверхностного наклепа. В том случае, когда материал детали имеет большой запас пластичности и, как следствие, относительно мало чувствителен к концентрации напряжений и к изменению величины среднего напряжения цикла (например, отожженная среднеуглеродистая сталь), первый фактор, а именно упрочнение самого поверхностного слоя, выступает на первое место, и, наоборот, когда запас пластичности исчерпан, хотя бы в результате предварительной жесткой термической обработки (например, закалка высокопрочных сталей при низком отпуске), и, как следствие, чувствительность материала к концентрации напряжений резко повышена, а допустимый размах напряжений в большой степени определяется средним напряжением цикла, доминирующее значение приобретает второй фактор, а именно сжимающие остаточные напряжения в поверхностном слое.

К настоящему времени уже накоплен большой экспериментальный материал, который показывает, что обдувка дробью представляет собой один из наиболее эффективных способов повышения усталостной прочности деталей. В работах Олмена [5], Хоржера [6] и многих других исследователей приводятся примеры того, как предел выносливости был повышен на десятки процентов, а долговечность деталей возросла в несколько раз только благодаря этому процессу. Положительный эффект достигается при обдувке и черных и цветных металлов.

Обдувка применяется к самым разнообразным деталям как общего, так и специального машиностроения (к валам, пружинам, зубчатым колесам и т. п.). Широкому распространению обдувки способствует также и то, что она во многих случаях позволяет исключить дорогие и трудоемкие отделочные операции — шлифовку, полировку и т. д.

Дробеструйные машины (дробеметы) строятся на двух принципах действия — пневматическом и механическом. Прототипом первых являются обычные пескоструйные аппараты для очистки деталей, вторые — имеют ротор, разбрасывающий дробь, которая подается на его лопасти из специального бункера.

Не вдаваясь в описание этих машин, следует отметить, что дробеметы механического принципа действия, обладая рядом преимуществ перед пневматическими, находят более широкое применение.

Некоторые иностранные фирмы выпускают обдувочные установки, в которых процессы подачи деталей, очистки дробью, сбора и транспортирования ее в бункер полностью автоматизированы (рис. 4).

Вполне вероятно, что термическая обработка деталей является одним из основных факторов, определяющих эффективность последующего поверхностного наклепа. Однако многие исследователи не уделяют этому должного внимания и применяют обдувку к деталям, имеющим термическую обработку, отвечающую иным требованиям, в частности, получению максимальной усталостной прочности в обычных условиях (закалка при высоком отпуске).

Наличие сжимающих поверхностных напряжений, которые появляются вследствие обдувки дробью, позволяют применять более жесткие режимы предварительной термической обработки (низкий отпуск), не ожидая резкого повышения чувствительности материала к концентраторам напряжений. Справедливость этой точки зрения косвенно подтверждается тем, что лучшие результаты наблюдались при обдувке пружин, термическая обработка которых, правда из других соображений, требовала именно низкого отпуска.

Столь же убедительны в этом отношении данные Люфферта [7], полученные им при испытании стали, содержащей 0,45% С и 1,0% Мп (рис. 5). Из графика видно, что предел выносливости обдутых образцов возрастает с повышением предела прочности и не имеет характерного максимума, который наблюдается у необдутых образцов при некоторых средних значениях предела прочности, соответствующих высокому отпуску. Данные, приведенные Люффертом, говорят о том, что выбор оптимального режима предварительной термической обработки может в несколько раз повысить эффективность обдувки.

Влиянию режимов обдувки уделялось значительно больше внимания. Установлено, что эффективность обдувки зависит от продолжительности обдувки, от расхода дробы, скорости ее выбрасывания, от размера и качества дробы (форма, твердость), направления ее потока относительно детали и т. д.

То, что режимы дробеструйной обработки непосредственно определяют получаемые результаты, показывает диаграмма, построенная Циммерли (рис. 6). Она характеризует влияние продолжительности времени обдувки на предел выносливости клапанных пружин из стали, содержащей 0,85% С и 0,58% Мп. Из диаграммы следует, что максимальное повышение усталостной прочности было достигнуто лишь благодаря десятиминутной обдувке. При этом предел выносливости возрос на 42%. Вполне вероятно, что то же можно было получить значительно быстрее на более мощном оборудовании.

Аналогично сказывается и число проходов при обдувке, что непосредственно следует из диаграммы, построенной Хоржером и Нейфертом (рис. 7). Диаграмма по-

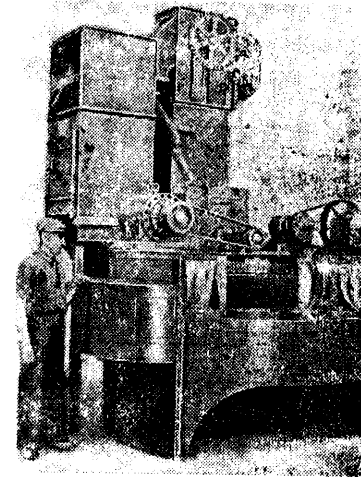


Рис. 4. Автоматизированная обдувочная установка

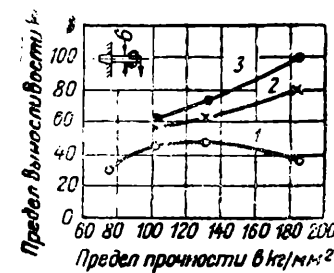


Рис. 5. Влияние обдувки на предел выносливости стали, содержащей 0,45% С и 1% Мп при различной ее термической обработке.

1 — не обдута; 2 — обдута грубой дробью; 3 — обдута мелкой стальной дробью

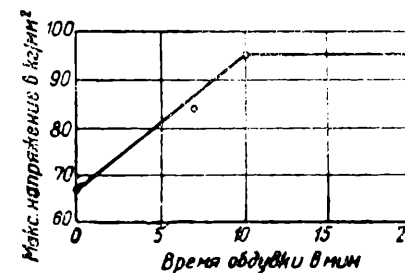


Рис. 6. Влияние времени обдувки на предел выносливости клапанных пружин. Минимальное напряжение цикла 14 кг/мм²

казывает, что оптимальный результат был достигнут лишь при 10 проходах. При этом предел усталости консольных образцов из стали SAE 1045, имеющих галтель, возрос на 54%.

Процесс обдувки дробью несомненно упрочняет поверхностные слои детали, а также создает в них благоприятные по знаку остаточные напряжения. Вместе с тем он нарушает макрогеометрию поверхности, внося дополнительные концентраторы напряжений. В зависимости от режима та или другая сторона этого процесса будет определять окончательные результаты.

Отсутствие простых и объективных косвенных методов контроля эффективности обдувки в отношении повышения усталостной прочности значительно осложняет под-

бор оптимальных режимов и является основной причиной тех противоречивых данных, с которыми приходится встречаться в литературе. Распространенный метод контроля режима обдувки по прогибу эталонных пластинок Олмена, по мнению ряда исследователей, не показателен для достигаемого при обдувке упрочнения.

На рис. 8 приведены результаты испытания консольных образцов, эскиз которых дан на рис. 7. Обдувка проводилась при

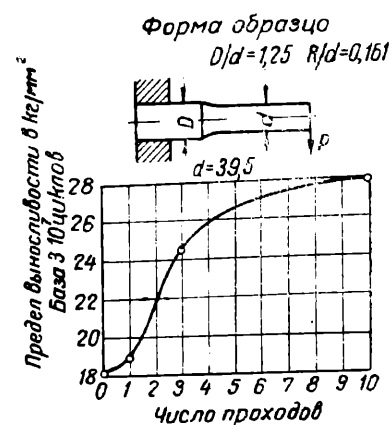


Рис. 7. Влияние числа проходов при обдувке дробью на предел выносливости. Дробь диам. 0,8 мм. Сталь SAE 1045, термическая обработка — нормализация и отпуск

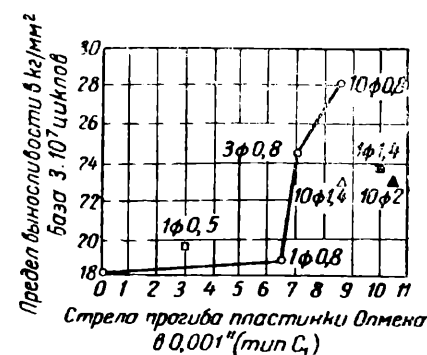


Рис. 8. Влияние степени наклепа дробью, контролируемого прибором Олмена, на предел выносливости. У каждой экспериментальной точки указано число проходов при обдувке и диаметре дробин. Сталь SAE 1045, термическая обработка — нормализация и отпуск

различных режимах и дробью нескольких размеров. Уловить закономерность между прогибом пластинки Олмена и изменением предела выносливости весьма затруднительно.

Эти данные до некоторой степени отражают влияние размера дробин. При многократной обдувке оказалась наилучшей дробь диам. 0,8 мм, а при однократной — более высокие показатели были получены при использовании дробин диам. 1,4 мм.

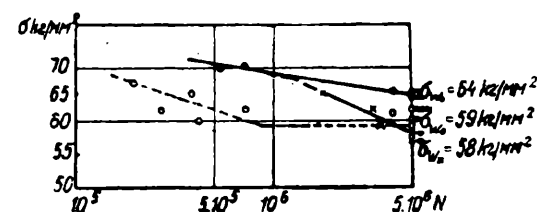


Рис. 9. Испытание на машине Шенка гладких образцов диам. 7,52 мм.

● — обработаны дробью диам. 0,6÷0,8 мм на дробомете ОМД-6, время — 5÷10 мин.; ротор диам. 300 мм; $n=3000$ об/мин; расстояние до образца 320 мм; X — обработаны дробью диам. 0,6÷0,8 мм на дробомете ДМ-1, время 16÷18 мин.; ротор диам. 65 мм; $n=6000$ об/мин; расстояние до образца 125 мм; O — не обработана дробью. Сталь 18ХНВА, термическая обработка — закалка + отпуск; $R_C=37 \div 40$

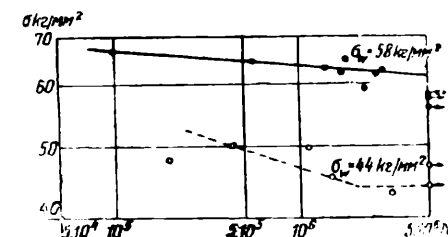


Рис. 10. Испытание на машине ЦНИИТМАШ гладких образцов диам. 18 мм.

● — после обдувки дробью диам. 0,6÷0,8 мм; время — 5÷20 мин.; давление 5 ат; O — без обдувки. Сталь 18ХНВА; термическая обработка — закалка + отпуск; $R_C=37 \div 41$

Не менее показательны усталостные испытания стали 18ХНВА, проведенные в Отделе прочности ЦНИИТМАШ.

На рис. 9 представлен график испытаний образцов типа Шенка диам. 7,52 мм. Обдувка образцов производилась лабораторией дробометания одного из заводов на двух дробометах механического принципа действия. В одном случае обдувка повысила предел усталости стали (при базе $5 \cdot 10^6$ циклов) с 59 до 64 кг/мм², т. е. примерно на 9%, а в другом, наоборот, — наблюдалось его снижение.

На рис. 10 приведены данные испытания более крупных образцов ($\varnothing$ 18 мм) той же стали на машине УИПМ конструкции ЦНИИТМАШ. Образцы обдувались

в одном из научно-исследовательских институтов на дробомете пневматического принципа действия. Испытание показало, что в результате обдувки дробью предел выносливости (при базе $5 \cdot 10^6$ циклов) повысился с 44 до 58 кг/мм², т. е. примерно на 32%.

Как и следовало ожидать, предел выносливости, полученный на крупных образцах, оказался ниже, чем на мелких. Для необдутых крупных образцов он составлял всего 75% от предела выносливости мелких. Для обдутых образцов разница была меньше; предел выносливости крупных образцов составлял уже 91% от предела выносливости мелких. Это подтверждает гипотезу И. А. Одингса о доминирующем значении технологических факторов при оценке масштабного эффекта стали.

Незначительное повышение усталостной прочности мелких образцов объясняется, повидимому, тем, что они до обдувки имели относительно большую по сравнению с крупными глубину наклепа в результате механической обработки.

Испытания также обнаружили, что принятая база — $5 \cdot 10^6$ циклов явно недостаточна. Вполне вероятно, что часть неразрушившихся образцов могла бы разрушиться за пределом выбранной базы и тем самым несколько снизить пределы выносливости обдутых образцов. Увеличение потребной базы испытаний объясняется, повидимому, тем, что остаточные напряжения, играющие положительную роль и связанные с наклепом, частично устраняются в результате многократной знакопеременной деформации, а также нагрева металла при усталостных испытаниях.

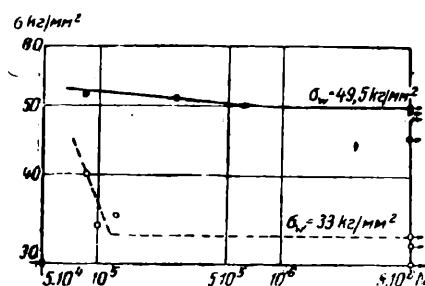


Рис. 11. Испытание на машине ЦНИИТМАШ образцов диам. 18 мм с надрезом.

● — после обдувки дробью диам. $0,6 \pm 0,8$ мм;
○ — без обдувки. Сталь 18ХНВА; термическая обработка — закалка + отпуск; $R_C = 37 \pm 41$

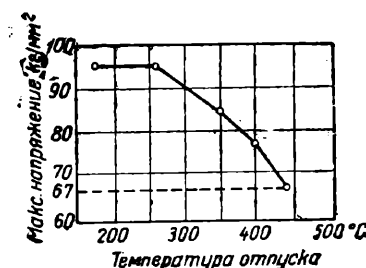


Рис. 12. Влияние температуры отпуска после обдувки на предел выносливости. Предел усталости необдутых пружин 67 кг/мм²

Более резкое повышение усталостной прочности было достигнуто на крупных образцах ($\varnothing 18$ мм) с надрезом, глубина и радиус закругления которого равны 0,6 мм.

На рис. 11 приведены усталостные диаграммы, построенные для этого случая. Прежде всего следует отметить резкое снижение предела выносливости, связанное с надрезом образца, — с 44 до 33 кг/мм², т. е. эффективный коэффициент концентрации для данной стали и надреза оказался 1,33. Обдувка резко повысила предел выносливости, который достиг 49,5 кг/мм², т. е. увеличился на 50%. Это устранило снижение усталостной прочности, связанное с надрезом, и привело к тому, что предел выносливости обдутого надрезанного образца превысил значение его для гладкого, но необдутого на 12%.

Конструктора может интересовать не только изменение предела выносливости стали при том или другом виде ее обработки, но также долговечность при напряжениях, превышающих этот предел. В этом отношении испытания стали 18ХНВА весьма показательны. Во всех случаях усталостные кривые обдутых образцов располагались значительно правее, чем необдутых. Например, из рис. 9 следует, что долговечность образца при напряжении 65 кг/мм² возросла в результате обдувки с $2,8 \cdot 10^5$ до $4 \cdot 10^6$ циклов, т. е. в 14 раз. Однако при незначительном увеличении напряжения уже наблюдается меньшее увеличение долговечности. При напряжении 67 кг/мм² последняя возрастает с $2 \cdot 10^5$ до $1,8 \cdot 10^6$ циклов, т. е. в 9 раз. Это снижение эффективности обдувки при высоких напряжениях, превышающих предел усталости, непосредственно вытекает из факта малого наклона усталостных кривых обдутых образцов. Из рис. 12 следует, что тангенс угла наклона усталостной кривой для необдутого образца примерно в 27 раз превышает величину его для обдутого (кривые построены в логарифмических координатах при отношении масштабов шкалы напряжений и шкалы числа циклов 4:1). Это должно служить предостережением конструктору, так как свидетельствует о том, что даже незначительное превышение расчетных напряжений может резко сократить ожидаемую долговечность упрочненных дробью деталей.

Высокую чувствительность обдуваемых образцов к перегрузке можно объяснить тем, что повышенный нагрев, сопровождающий работу образца при значительных напряжениях, способствует устранению благотворно влияющих внутренних напряжений, связанных с поверхностным наклепом.

Это объяснение косвенно подтверждается экспериментами Циммерля, показывающими, что отпуск пружин даже при относительно низких температурах может резко сократить положительный эффект обдувки, а при 450° вообще его устранить (рис. 12).

Выводы

1. Эксперименты, а также заводская практика доказали рентабельность процесса обдувки дробью рабочей поверхности многих деталей с целью повышения их усталостной прочности и долговечности в эксплуатации.

2. Положительный эффект обдувки проявляется в той или иной степени для самых разнообразных деталей, изготовленных из черных и из цветных металлов и работающих в условиях различных напряженных состояний.

3. Режим обдувки, подбор дроби, а также предварительная термическая обработка обдуваемой детали имеют колоссальное значение в отношении достигаемого повышения усталостной прочности.

4. Простых и надежных косвенных методов оценки упрочняющего эффекта, достигаемого обдувкой, пока не имеется, что значительно осложняет подбор оптимальных режимов обдувки.

Прогиб пластинок Отмена является достаточно надежным критерием стабильности режима обдувки, но он не показателен в отношении достигаемого при этом упрочнения.

5. Обдувка дробью резко снижает чувствительность деталей к поверхностным концентраторам напряжений, однако требует повышенных запасов прочности при расчетах на заданную долговечность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Thum A. und Bantz W., Ursachen der Steigerung der Dauerhaltbarkeit Stäbe, „Forschung“, 1935, Bd. 6, S. 121.
2. Moore H. F. and Kommers V. B., An Investigation of the Fatigue of Metals, „University of Illinois, Bulletin“, 1921, № 124.
3. Horger O. J., Effect of Surface Rolling on the Fatigue Strength of Steel, „Journal of Applied Mechanics, Trans. ASME“, 1935, vol. 57, p. A—123.
4. Horger O. J. and Maubetsch, Increasing the Fatigue Strength of Press Fitted Aisle Assemblies by Surface Rolling, „Journal of Applied Mechanics, Trans. ASME“, 1936, vol. 58, p. A—91.
5. Almen J. O., Shot Blasting to Increase Fatigue Resistance, „SAE Journal (Transactions)“, 1943, vol. 51, № 7, p. 249.
6. Horger O. J., Mechanical and Metallurgical Advantages of Shot peening, „Iron Age“, 1945, vol. 155, № 13, 14.
7. Lüpfer H., Aufgaben der Werkstofforschung in der Feinmechanischen Technik, „Z. VDI“, 1943, Bd. 87, № 31/32, S. 481.

ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

О скорости затвердевания стали в песчаных формах и кокилях

Канд. техн. наук Л. И. ЛЕВИ

Установление момента конца затвердевания отливки в кокиле имеет большое практическое значение. Нельзя вынимать отливку из кокиля, прежде чем она не затвердела, но и нет смысла держать ее в нем сверх того времени, которое нужно для полного затвердевания.

Филд [1] предложил следующую расчетную формулу для определения толщины затвердевшего слоя стали по направлению от стенок изложницы к оси слитка:

$$\delta = K \sqrt{Z}, \quad (1)$$

где δ — толщина застывшего слоя, мм;
 Z — время, истекшее после заливки стали, сек;
 K — постоянная.

Значение K зависит от состава стали, температуры ее перегрева, от формы и материала кокиля и от значения отношения веса слитка или отливки к весу изложницы или кокиля. По подсчетам Филда, при условии заливки стали с температурой близкой к температуре плавления, $K = 2,68^{-1/2}$ см/мин.

Нильсон [2] экспериментально изучал процессы застывания высокоуглеродистой электростали, залитой в изложницы различной формы. Он установил, что значение K может колебаться для одного сорта такой стали в довольно широких пределах. Для легированных сталей с пониженной теплопроводностью $K = 2-2,5$.

Наиболее полные данные по определению времени затвердевания и охлаждения в песчаных формах отливок (различного назначения и конфигурации) приведены в работах Хворинова [3], Ю. А. Нехендзи [4] и Г. Шварца [5]. Последний, математически обработав и критически проанализировав данные исследований Бригса и Гецелюса [6], Хворинова, Троя [7] и др., пришел к выводу, что время полного затвердевания стальных отливок в песчаных формах, представляющих собой сферу, может быть вычислено по формуле

$$0,7176 \left(\frac{t}{R^2} \right)^2 + 0,2649 \left(\frac{t}{R^2} \right) = \left(\frac{D}{R} \right)^2. \quad (2)$$

где R — радиус сферы в дюймах;

t — время затвердевания в минутах;

D — толщина слоя затвердевшей стали в дюймах.

Формула (2) является уравнением квадратичной гиперболы, имеющей вершину в начале координат.

Отливки более сложных, чем сфера, форм затвердевают относительно быстрее по внешним углам или у выпуклых поверхностей и медленнее — у внутренних углов. Если радиус сферы R неопределенно возрастает, она становится полубесконечным телом. Когда R бесконечен, толщина затвердевшего слоя D может быть найдена по уравнениям

$$D = 0,47(t)^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

или

$$D = 0,52(t)^{\frac{1}{2}}. \quad (4)$$

Формулы (3) и (4) выведены из уравнений параболы, полученной на основании экспериментальных данных [5]. Перечисленными выше формулами (1—4) можно пользоваться для определения скорости затвердевания стали в изложницах или песчаных формах. Однако неизвестны экспериментальные работы по одновременному сравнительному исследованию скорости охлаждения стали в условиях „комбинированного“ охлаждения под воздействием, с одной стороны, металлической и, с другой — песчаной стенок формы, т. е. в условиях наиболее часто встречающегося кокильного литья.

Для получения сравнительных данных о скорости затвердевания стальной отливки в кокиле автором совместно с Ю. А. Нехендзи [8] была сконструирована форма, представляющая собой чугунную изложницу, половина периметра которой выполняется с помощью песчаного стержня (рис. 1).

Слиток стали, залитый в такой кокиль, охлаждается по одной половине своего периметра под воздействием песчаного стержня, и по другой — под воздействием металлической формы. Партия таких кокилей была смонтирована на поворотных плитах так, чтобы при небольшом усилии их можно было бы повернуть на 180°. Кокили были отлиты из чугуна с содержанием 3,2% С и 1,8% Si. Стержни изготавливались отдельно по стержневому ящику и затем после сушки их вставляли в кокили.

Для стержней применялась смесь следующего состава: 77,8% отработанной смеси; 16,5% кварцевого песка и 5,9% сульфитного шелока.

Стержень и металлическую часть формы покрывали с помощью пульверизатора маршаллитовой краской.

Кокили заливались электросталью, полученной кнслым процессом (0,4 ÷ 0,45% С), из трехтонного стопорного ковша через стаканчик с отверстием в 35 мм. Среднее время заливки составляло 15 сек. Заливка во всех случаях производилась в формы при их тем-

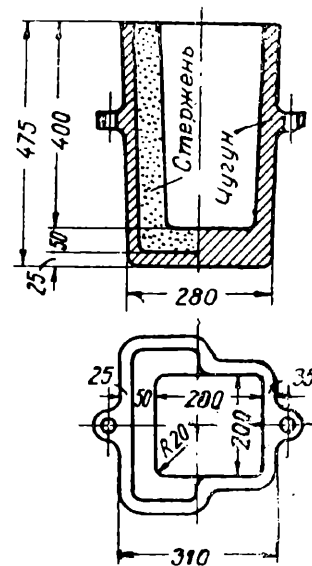


Рис. 1. Экспериментальная комбинированная форма для определения скорости затвердевания стали под воздействием песчаной и металлической стенок

пературе 15—20°. Температура заливки по Пиропто 1530—1560°. Через определенные промежутки времени с момента окончания заливки формы перевортывались, и оставшийся в них незастывший металл выливался. Затвердевшую часть слитка разрезали и измеряли.

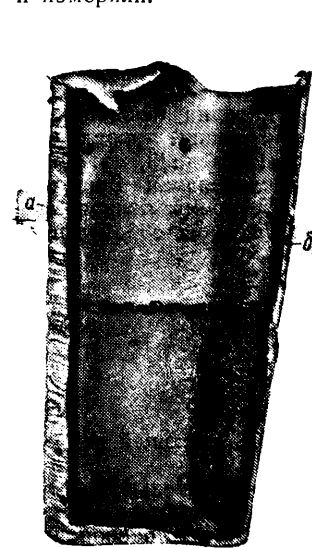


Рис. 2. Слиток через 35 сек. с момента окончания заливки.

a — сторона кокиля; *b* — сторона стержня



Рис. 3. Слиток через 55 сек. с момента окончания заливки.

a — сторона стержня; *b* — сторона кокиля

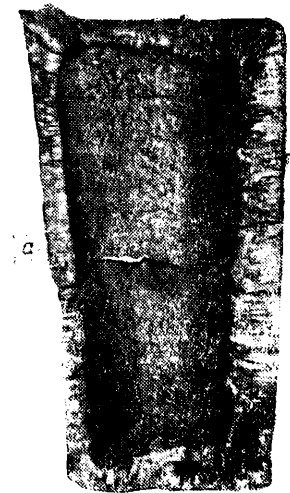


Рис. 4. Слиток через 200 сек. с момента окончания заливки.

a — сторона стержня; *b* — сторона кокиля

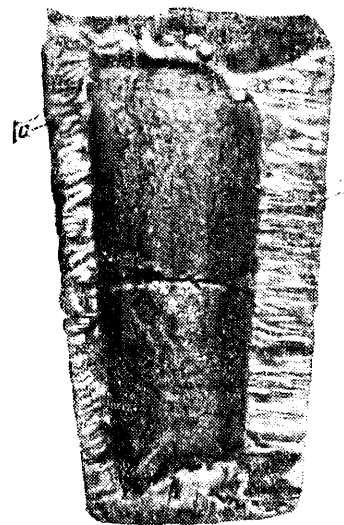


Рис. 5. Слиток через 300 сек. с момента окончания заливки.

a — сторона стержня; *b* — сторона кокиля

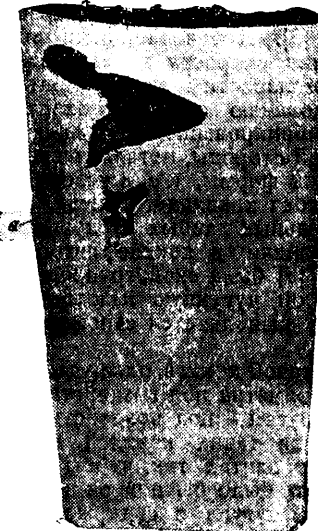


Рис. 6. Разрез затвердевшего слитка.

a — сторона стержня; *b* — сторона кокиля

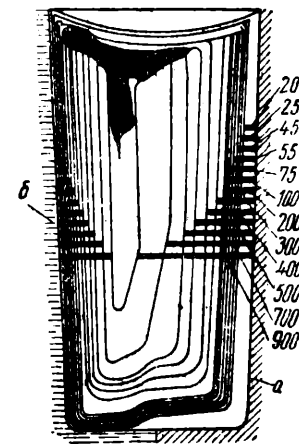


Рис. 7. Положение „изосолидусов“ в зависимости от времени затвердевания.

a — сторона кокиля; *b* — сторона стержня

Скорость затвердевания стали в различных местах слитка указана в табл. 1. На рис. 2—6 показаны разрезы слитков с соответствующими толщинами затвердевшего металла со стороны песчаной и металлической стенок; на рис. 7 — экспериментально полученные положения соответствующих „изосолидусов“, а на рис. 8 и 9 — кривые затвердевания.

Таблица 1

Средняя линейная скорость затвердевания стали (мм/сек)

Место отливки	Время от начала затвердевания, сек.											
	20	35	45	55	75	100	200	300	400	500	700	900
Головная часть слитка— сторона металличе- ской стенки	0,40	0,34	0,33	0,32	0,28	0,26	0,18	0,15	0,145	0,15	0,12	0,13
Нижняя часть слитка— сторона металличе- ской стенки	0,90	0,60	0,55	0,49	0,43	0,35	0,22	0,17	0,16	0,15	0,14	0,14
Угол, образуемый ме- таллическими стенка- ми кокиля	1,0	0,71	0,60	0,55	0,50	0,43	0,27	0,21	—	0,21	0,19	—
Сторона стержня . . .	0,15	0,16	0,17	0,20	0,18	0,16	0,10	0,08	0,075	0,07	0,06	0,06
Угол, образуемый пес- чаными стенками . .	0,18	0,17	0,18	0,20	0,19	0,16	0,10	0,08	0,085	0,07	—	—

Для установления практической величины влияния на скорость затвердевания материала песчаной части кокиля был проделан следующий опыт: в двух изложницах сухие песчаные стержни были заменены шамотом и сырой формовочной смесью. Формовка производилась с помощью специально изготовленного деревян-

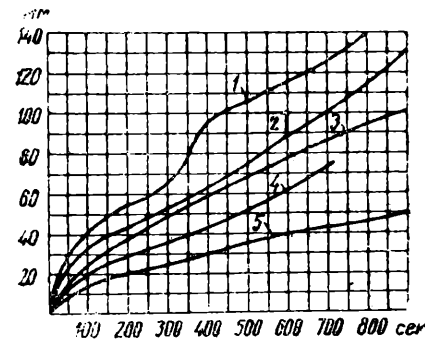


Рис. 8. Кривая толщин затвердевания слоя стали.

1 — угол, образуемый кокилем; 2 — сторона кокиля (низ); 3 — сторона кокиля (верх); 4 — угол, образуемый стержнем; 5 — сторона стержня

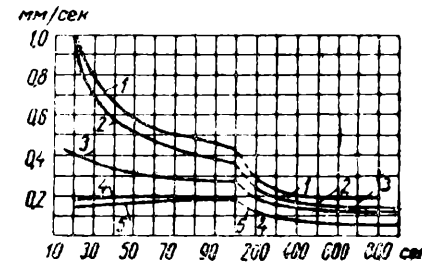


Рис. 9. Средняя (линейная) скорость затвердевания в различных местах экспериментальной формы.

1 — угол, образуемый кокилем; 2 — сторона кокиля (низ); 3 — сторона кокиля (верх); 4 — угол, образуемый стержнем; 5 — сторона стержня

ного „болвана“, по размерам соответствовавшего слитку (с учетом процента усадки). Изложницы заливались сталью с содержанием 0,44% С при обычной температуре.

Через 55 сек. с момента начала затвердевания все три изложницы были перевернуты. Слитки разрезаны и обмерены. Было установлено, что скорость затвердевания в кокиле при применении сырых стержней несколько выше, однако она незначительно разнится от скорости затвердевания при применении сухих стержней или шамота.

Значение постоянной K было определено по формуле

$$K = \delta Z^{-\frac{1}{2}}. \quad (5)$$

В табл. 2 приведены значения K , полученные для различного времени затвердевания.

Из таблицы следует, что „постоянная“ K для условий кокильной отливки в разные периоды затвердевания имеет различные значения. Для части слитка, подвергающейся воздействию металлических стенок кокиля, величина K имеет максимальные значения в начале и конце затвердевания.

По высоте слитка значения K могут отличаться в 2—2,5 раза.

Для песчаной части кокиля минимальные значения K имеет в начале затвердевания, достигая максимума к его концу.

Постоянная $K_{мет}$ больше $K_{песч}$ в 3—5 раз, а $K_{песч}$ в начале затвердевания меньше соответствующих значений к концу затвердевания примерно в 3 раза.

Т а б л и ц а 2

Значения постоянной K для слитка $200 \times 200 \times 400$ мм, залитого в кокиль, в зависимости от времени с начала затвердевания

Место кокиля и слитка	Время с начала затвердевания, сек.								
	20	50	100	200	300	400	500	700	900
Сторона металлической стенки. Голова слитка . .	2,01	2,42	2,60	2,53	2,65	2,90	—	—	—
Сторона металлической стенки. Хвост слитка . .	4,02	3,77	3,50	3,00	3,06	3,15	3,35	3,78	4,33
Внутренний угол, образуемый металлическими стенками кокиля	4,69	4,04	4,30	3,69	4,75	4,70	4,72	—	—
Песчаная стенка кокиля. Голова слитка	0,60	1,41	1,60	1,40	1,41	1,75	1,80	1,60	1,70
Песчаная стенка кокиля. Хвост слитка	0,60	1,41	1,60	1,41	1,44	1,45	1,56	1,58	1,60
Внутренний угол, образуемый песчаными стенками кокиля	0,80	1,88	2,10	2,01	2,02	2,60	2,77	—	—

Выводы

1. Скорость затвердевания стали в песчаных формах в начале кристаллизации увеличивается пропорционально квадратному корню из времени. Позднее скорость затвердевания увеличивается. Общая зависимость скорости нарастания затвердевшего слоя металла может быть выражена уравнениями гиперболы или параболы. Параболическое уравнение можно считать справедливым для случая, когда температура поверхности раздела металла отливки и песка формы остается длительное время неизменной (крупное литье).

2. Скорость затвердевания в условиях кокильной заливки (да и в условиях производства слитков) является переменной величиной, имеющей максимальное значение в начале затвердевания и затем постепенно уменьшающейся.

3. В первые моменты затвердевания средняя линейная скорость затвердевания стали со стороны металлической части формы в 3—5 раз больше соответствующих значений средней линейной скорости затвердевания со стороны песчаной части формы (кокиля).

К концу затвердевания, особенно при производстве массивных отливок, разница в скорости увеличивается не более чем в двое.

4. В условиях кокильного литья „термический центр“ расположен ближе к песчаной части формы.

5. Скорость затвердевания (при верхнем подводе металла) достигает максимальных значений в нижних частях кокиля, особенно в углах, образуемых его металлическими стенками.

6. Скорость затвердевания стали в кокиле несколько больше при применении сырых стержней, чем при сухих. Однако эта разница практически не имеет существенного значения.

7. Время полного затвердевания отливок равного веса предопределяется главным образом величиной поверхности охлаждения.

8. „Постоянная“ K в формуле Филда для различных мест отливки в различные периоды с момента начала затвердевания сильно изменяется. Например, по высоте прямоугольного слитка одни значения K могут быть в 2—2,5 раза больше других.

9. $K_{мет}$ в кокильной форме больше $K_{песч}$ в 3—5 раз.

ЛИТЕРАТУРА

1. Feild A. L., „Trans. Am. Soc. for Steel Treating“, 1927, vol. 11.
2. Nelson L. H., „Trans. Am. Soc. for Metals“, 1934, vol. XXII, № 3.
3. Chvorinov N., „Die Giesserei“, 1940, № 3.
4. Нехендзи Ю. А., Кокильное стальное литье, Металлургиздат, 1943, М., Свердловск.
5. Schwartz H., „Foundry“, 1944, № 12.
6. Briggs C. a Gezelius R., „Trans. Am. Foundrym. Assoc.“, 1935, vol. XLII.
7. Troy, „Steel Founders Soc. of Am.“, 1943, February.
8. Нехендзи Ю. А. и Леви Л. И., Бюллетень литейщика № 4, 1946, Ленинград.

ЭКОНОМИКА и ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Пути сокращения длительности производственного цикла

Инж. П. А. ШУЛЬМАН

(Ново-Краматорский завод им. Сталина)

В 1945 г. перед Министерством тяжелого машиностроения была поставлена задача организовать производство крупных обжимных станов (блумингов) новой, усовершенствованной конструкции. Годовая производительность одного такого стана составляет 1 500 000 т блумсов и слябов из углеродистых и специальных сталей; общая протяженность механизмов — 180 м, вес — 4057 т, общая мощность электрооборудования — 2000 квт. Технический проект этих станоз был разработан Центральным конструкторским бюро металлургического машиностроения (ЦКБММ) при участии конструкторских коллективов ряда заводов министерства. Первый послевоенный советский блуминг предназначался для закарпатского металлургического завода и должен был быть готов в третьем квартале 1946 г., и, таким образом, общая длительность изготовления первого стана, включая и разработку проекта, должна была составить не более одного года.

Решить такую задачу обычными методами не представлялось возможным. Заводы тяжелого машиностроения в первые годы после Великой отечественной войны не были еще подготовлены к выпуску совершенных прокатных машин в такие сжатые сроки. Нужно было искать новые пути, которые обеспечили бы максимальное сокращение длительности производственного цикла в условиях индивидуального тяжелого машиностроения. Эти пути были прежде всего найдены в широком кооперировании в изготовлении блумингов.

Изготовление узлов и механизмов блумингов, а также рабочее проектирование по ним было возложено на 12 заводов министерства, в том числе на такие, как НКМЗ им. Сталина (г. Краматорск), НКМЗ им. Сталина (г. Электросталь), Уралмашзавод, СКМЗ им. Орджоникидзе, Южноуральский завод тяжелого машиностроения, Иркутский, Алмаатинский заводы и др. При этом наиболее ответственные задания были возложены на Ново-Краматорский Ордена Ленина машиностроительный завод им. Сталина в г. Краматорске. Здесь изготавливались такие основные уникальные узлы, как рабочие и шестеренные клетки, ножницы давлением 1000 т, механизмы смены валков, главные шпиндели, механизмы уравнивания шпинделей. Общий вес всех узлов и механизмов, подлежавших изготовлению на этом заводе, превысил 1200 т, составляя более 30% к общему весу всего блуминга.

Преимущества кооперирования, учитывающего специализацию заводов и их производственные возможности, очевидны. Освобожденные от изготовления средних и мелких узлов ведущие заводы могли сосредоточить свое внимание и технические средства на организации производства основных и наиболее ответственных узлов блуминга.

Вторым по своему значению условием сокращения длительности производственного цикла являлось то, что параллельно с разработкой технического проекта блуминга были в полной мере развернуты рабочее проектирование, разработка технологических процессов и чертежей на основные приспособления, инструменты и другие специальные предметы оснащения. Еще тогда, когда в ЦКБММ в Москве продолжались работы по техническому проекту линии стана, на НКМЗ им. Сталина была отлита первая станина рабочей клетки с черновым весом до 90 т (рис. 1). В это же время, на основе предварительных данных, полученных от проектантов, были разработаны и выданы в производство чертежи на изготовление наиболее трудоемкого агрегатного приспособления для строжки квадратного отверстия в ступицах нажимных механизмов рабочей клетки.

Организирующим началом явился сквозной график. Он охватывал все стадии работ, начиная с разработки технического проекта и кончая сборкой и испытанием готовых узлов.

Таким образом в первый же этап подготовки и развертывания производства блумингов определились принципиально-новые для отечественного тяжелого машиностроения организационные формы, которые можно охарактеризовать так:

- 1) осуществление кооперации в области рабочего проектирования при наличии единого координирующего органа — Центрального конструкторского бюро;
- 2) организация широкого кооперирования в изготовлении оборудования блумингов, с учетом поставки каждым заводом на место монтажа стана совершенно готовых узлов и механизмов;

3) создание условий для параллельной работы проектантов и конструкторов с одной стороны, и технологов и производственников — с другой.

Не подлежит сомнению то, что все эти условия послужили прочной основой, на которой строилась последующая работа всех указанных выше заводов по обеспечению выпуска первого послевоенного блуминга в самые короткие сроки.

Новоскраматорцы приступили к изготовлению блуминга тогда, когда завод еще не восстановил необходимые для этого мощности и не располагал отдельными видами специфического оборудования. На заводе не было станка для нарезки зубьев валов-

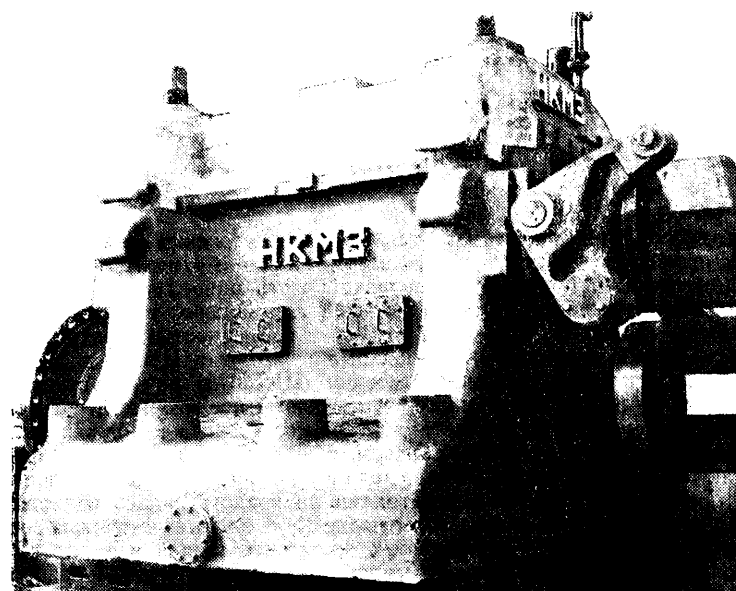


Рис. 1. Шестеренная клетка блуминга. Станина клетки весом 66 т отлита из модифицированного чугуна

шестерен для шестеренной клетки блуминга, не было станков для нарезки шестизаходных червячных пар с модулем 27 мм для нажимных устройств блуминга, не хватало переносных универсально-сверлильных и других станков. Ощущался большой недостаток даже в нормальном мерительном, режущем и вспомогательном инструментах. Не имел завод и необходимых опытных, квалифицированных рабочих и мастеров.

Сообразно с поставленными задачами усилия производственно-технического аппарата завода были направлены на: комплексное планирование подготовки производства и работы заготовительных и механических цехов, на создание необходимых производственных и технологических возможностей, на сокращение трудоемкости изготовления, на доведение до минимума пролеживания основных деталей. Далее была осуществлена так называемая «малая» специализация механических цехов на изготовлении отдельных узлов — обеспечена равномерная загрузка дефицитного уникального оборудования, которая стала возможной благодаря разработке цикловых графиков изготовления ведущих деталей блуминга. Спроектированы и изготовлены в нужном количестве специальные приспособления и инструменты.

Всего было запроектировано и изготовлено 116 специальных приспособлений, 245 видов режущих инструментов, 278 мерительных инструментов, 388 вспомогательных инструментов.

Наконец, была разработана такая технологическая документация, которая являлась исчерпывающим инструктивным материалом для мастеров и рабочих, не имеющих достаточной квалификации и опыта в обработке основных деталей блуминга.

Особое внимание было уделено организации производственного процесса. На базе графика, утвержденного министром тяжелого машиностроения, был разработан единый (сквозной) график (рис. 2), определивший сроки осуществления конструкторских работ, проектирования и изготовления специального оснащения, моделей, отливок и поковок (по ведущим деталям), обработки и сборки узлов блуминга. Одновременно были разработаны параллельные графики (рис. 3 и 4), устанавливающие сроки проведения мероприятий, обеспечивающих техническую возможность изготовления блуминга, согласно основному графику. Графики и организованный систематический контроль за их выполнением помогли координировать работы всех звеньев завода.

Изготовление сложных деталей и узлов потребовало в ряде случаев расширения технологических возможностей отдельных видов оборудования и производственных участков. Ярким примером этого может служить изготовление червячной передачи на-

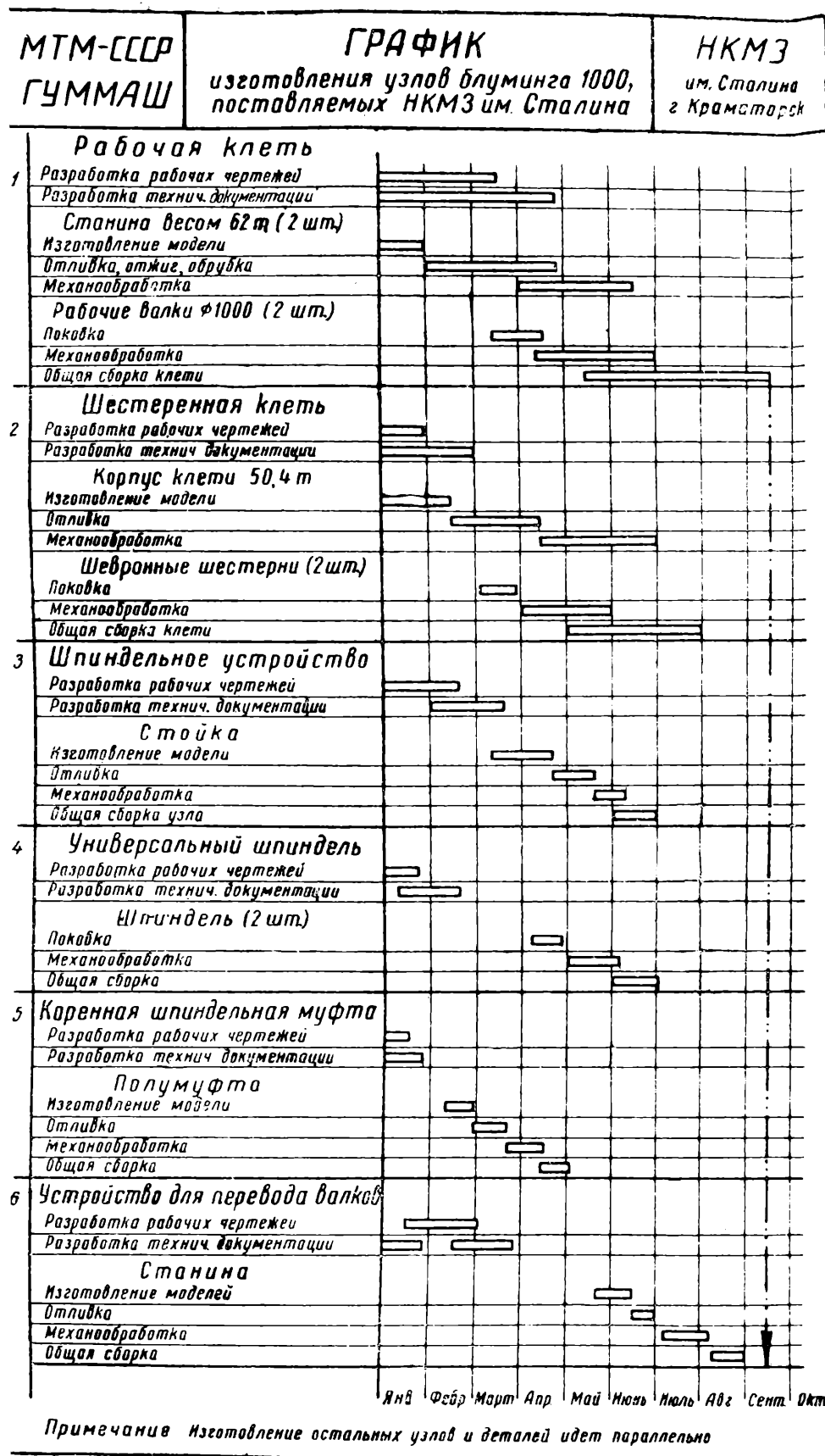


Рис. 2. График изготовления узлов блуминга на НКМЗ им. Сталина

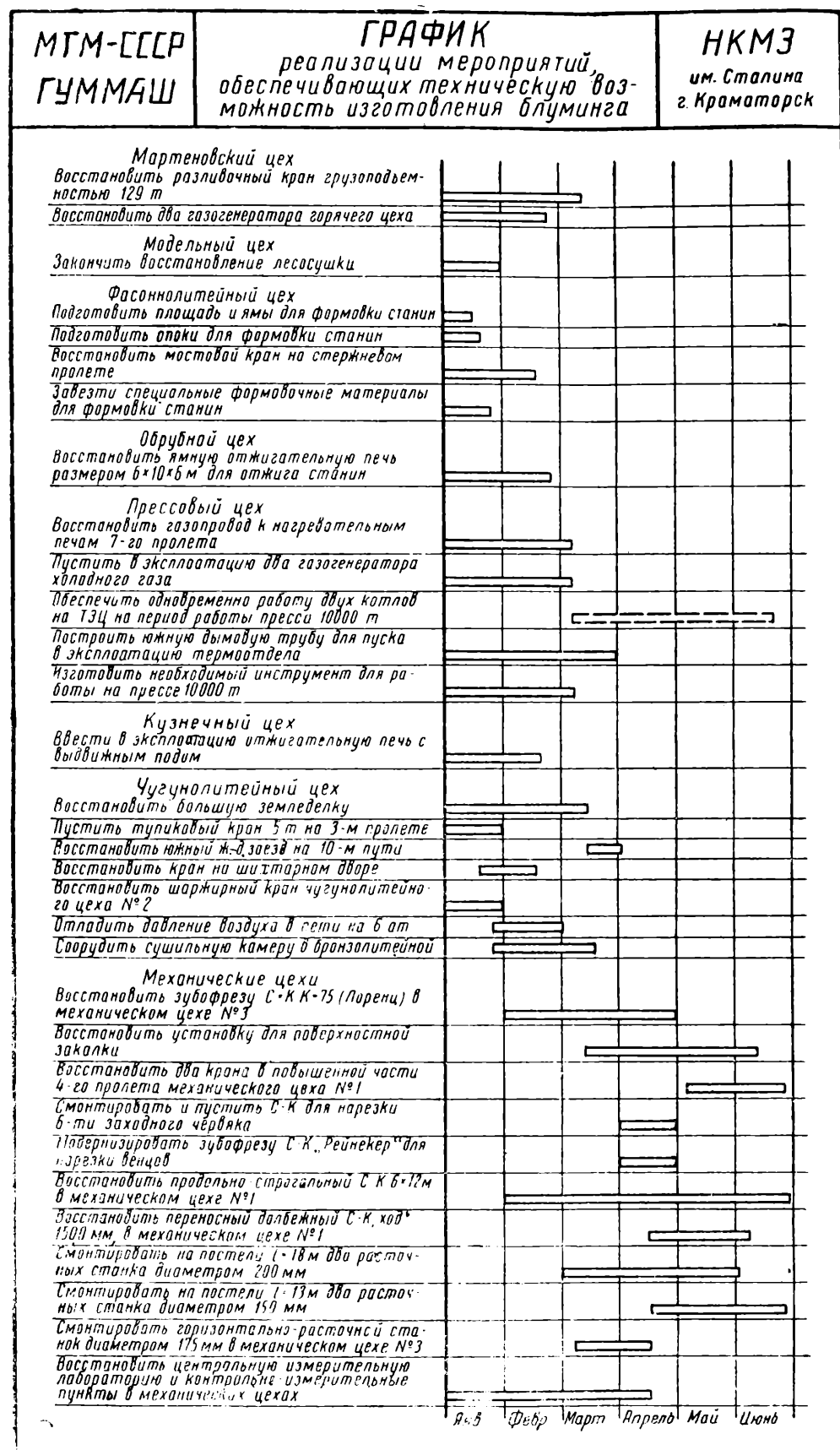


Рис. 3. График реализации мероприятий

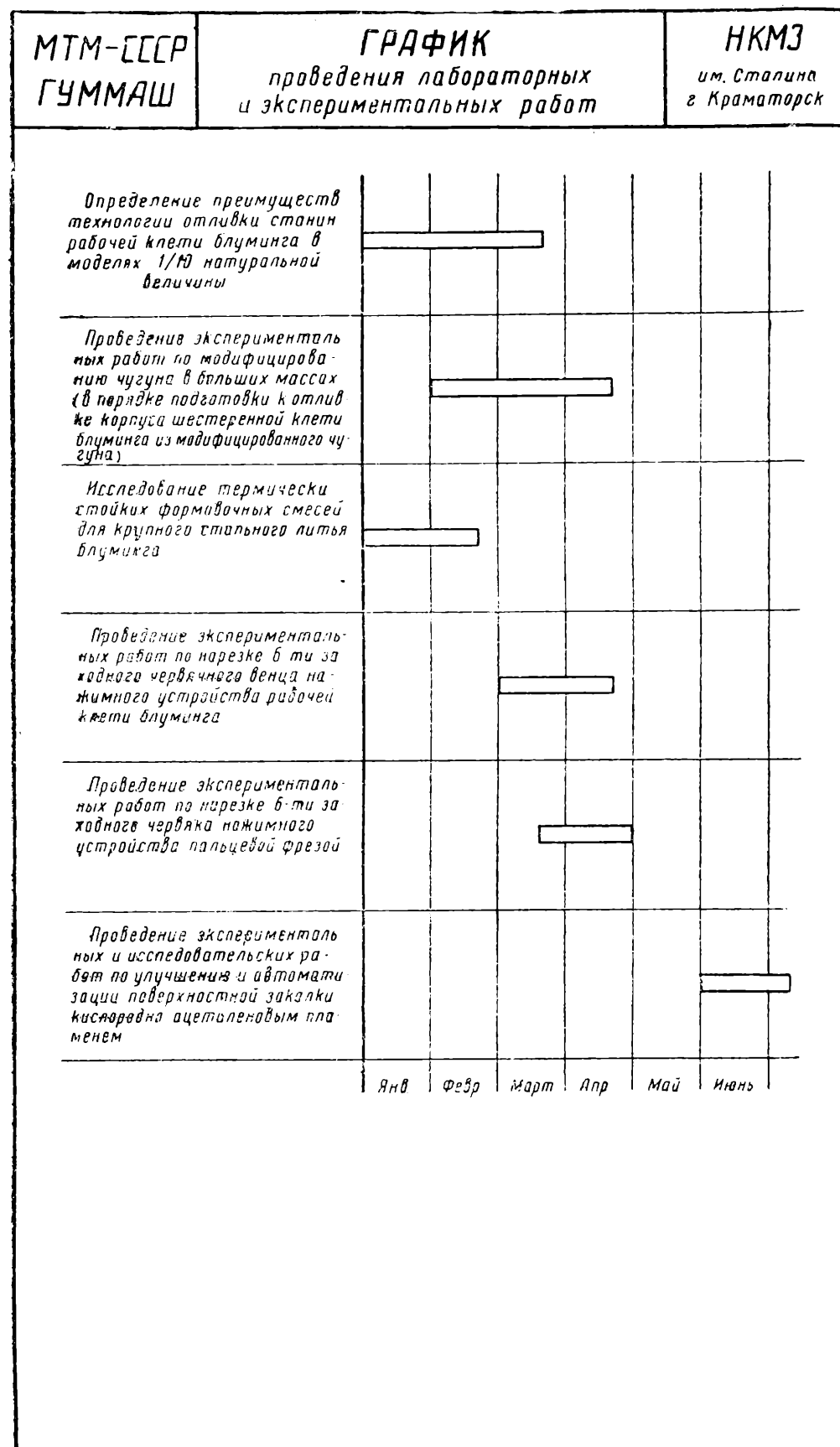
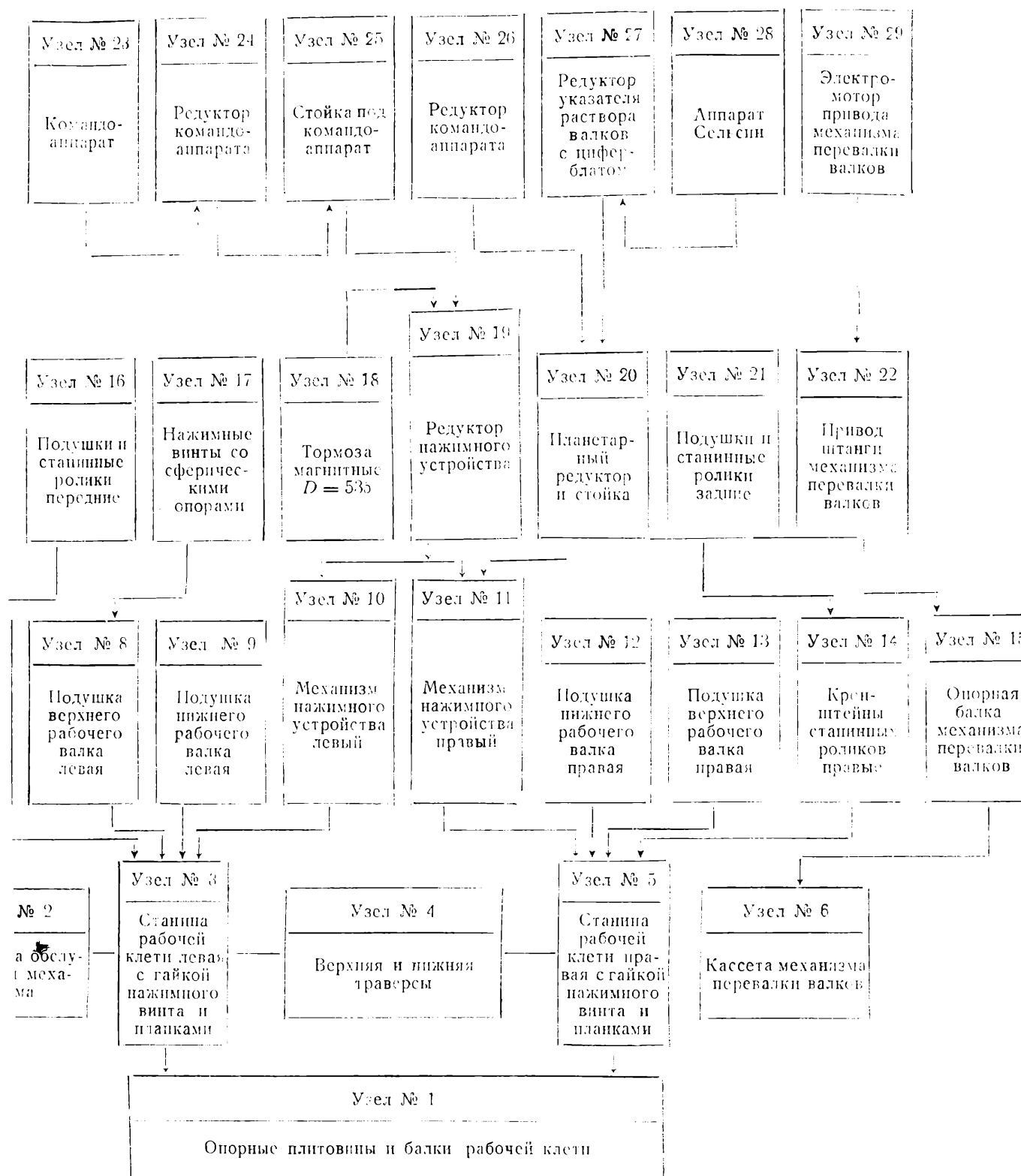


Рис. 4. График проведения лабораторных и экспериментальных работ

СХЕМА И КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК ОБЩЕЙ СБОРКИ РАБОЧЕЙ КЛЕТИ



- сказания: 1. График рассчитан на 3-х сменную работу.
2. В нормах времени учтено время на слесарную обработку деталей и подготовку узлов под общую сборку.

БЛУМИНГА, СТАИННЫХ РОЛИКОВ И МЕХАНИЗМА ПЕРЕВАЛКИ ВАЛКОВ

№ п/п	Содержание работ	Норма времени в ч/ч	Количество работных	А в г у с т																															С е н т я б р ь						
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	2	3	4	5	6	7	8
1	Установить балки и опорные плитовины, проверить по осям и уровню	120	3	■																																					
2	Поставить правую и левую станины на плитовины, выверить и закрепить	130	3					■																																	
3	Завести верхнюю и нижнюю траверсы, соединить их со станинами и пригнать клинья	640	6								■																														
4	Смонтировать площадку обслуживания механизмов и закрепить ее на станинах	360	5											■																											
5	Установить кассету механизма перебалки валков по направляющим правой станины	130	3													■																									
6	Завести в станины подушки верхнего рабочего вала блуминга с кассетами	120	4														■																								
7	Завести в станины подушки нижнего рабочего вала блуминга с кассетами	60	2															■																							
8	Поставить и закрепить кронштейн станинных роликов	420	6																■																						
9	Смонтировать механизмы нажимного устройства на станинах и укрепить	360	4																	■																					
10	Установить опорную балку механизма перебалки валков по кассете	80	2																		■																				
11	Установить редуктор нажимного устройства, проверить и закрепить	55	3																					■																	
12	Поставить магнитные тормоза и электромоторы на редуктору	140	4																						■																
13	Завести нажимные винты со сферическими опорами и соединить их с верхними подушками	260	5																							■															
14	Смонтировать передние и задние станинные рычаги на кронштейнах	360	5																								■														
15	Установить планетарный редуктор по правому механизму нажимного устройства	25	2																									■													
16	Смонтировать на стенде привод шпанга механизма перебалки валков	65	2																										■												
17	Установить редукторы указателя раствора валков и командо-аппарат по планетарному редуктору	40	2																											■											
18	Установить аппарат "Гельсин" по редуктору указателя раствора валков	15	2																												■										
19	Смонтировать стойку, редуктор и командо-аппарат нажимного устройства	20	2																													■									
20	Установить электромотор привода механизма перебалки валков	10	2																														■								
21	Произвести опробование механизма перебалки валков от электропривода с заводской валков в рабочие клетки	124	4																															■							
22	Отрегулировать нажимное устройство и произвести опробование от электропривода	140	4																																■						
23	Проверка собранной рабочей клетки ОТК	160	6																																	■					
24	Покраска, протизащитные покрытия обработанных поверхностей	220	4																																		■				
25	Демонтаж согласно инструкции	340	8																																			■			
В с е г о ч е л о в е к о ч а с о в		4544																																				■			
В с е г о р а б о т а ю щ и х в с м е н у				3	3	3	3	3	6	6	9	12	19	13	13	14	12	14	9	7	13	10	4	4	4	4	5	6	4	4	2	6	8	6	-	-	-	-			

Сроки поставки узлов и деталей на общую сборку

№ п/п	Наименование узлов и деталей	Кто поставляет	Сроки	№ п/п	Наименование узлов и деталей	Кто поставляет	Сроки
1	Роликоподшипники	Отдел снабжения	5 августа	6	Площадки обслуживания	Цех металлоконструкций	8 августа
2	Электромагнитные катушки тормоза	Отдел внешней кооперации	10 — " —	7	Редуктор механизма нажимного устройства	Редукторный цех	15 — " —
3	Цилиндрические и червячные редукторы	Редукторный цех	10 — " —	8	Редукторы для циферблата и планетарн	— " — " —	15 — " —
4	Привод шланги механизма передалки	— " — " —	10 — " —	9	Редуктор команда аппарата	— " — " —	15 — " —
5	Механизм нажимного устройства	— " — " —	12 — " —	10	Рабочие валки блуминга	Механический цех №3	20 — " —

арный график общей сборки рабочей клетки

жимного устройства блуминга. Эта передача имела следующие параметры: модуль $M=27$ мм, число зубьев червячного колеса $z_2=41$, число заходов червяка $z_1=6$, профильный угол исходной рейки в нормальном сечении $\alpha_0=20^\circ$, число модулей в делительном диаметре червяка равно 8*. На имевшемся на заводе станке

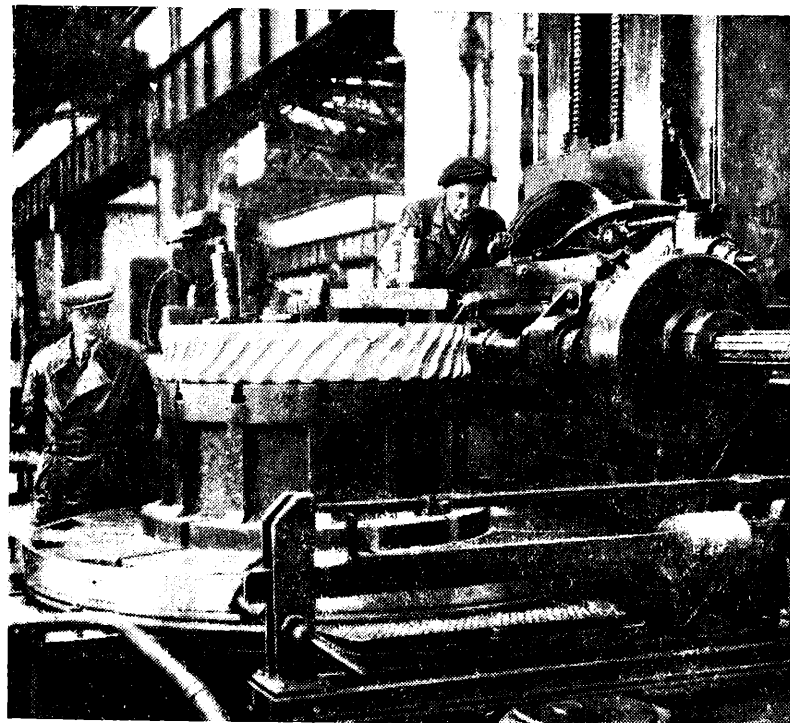


Рис. 5. Нарезка шестизаходного червячного венца для зажимного устройства

«Рейнекер» модели RF8, рассчитанного на нарезку шестерен с минимальным количеством зубьев $z=16$, нельзя было изготовить такую передачу с малым передаточным числом $i=6,83$.

Тем не менее технологи завода занялись изысканием возможности парезки этой пары на заводе при наличном оборудовании. Станок «Рейнекер» был модернизирован с таким расчетом, чтобы получить уменьшение числа оборотов фрезерного шпинделя и стола. Станок был опробован на нарезке опытного чугуного венца, а затем были сработаны два бронзовых венца для блуминга (рис. 5). Шестизаходные червяки были нарезаны на червячно-фрезерном станке «Рейнекер» с помощью пальцевой фрезы.

Таким образом отпала необходимость в намечавшейся транспортировке огромных заготовок венцов и червяков для нарезки в Москву (ЦНИИТМАШ) и обратно, что было бы связано с большой потерей времени.

Одновременно, при решении этой сложной технологической задачи, удалось успешно внедрить известный, но не получивший до сих пор в СССР распространения способ фрезерования червяков пальцевой фрезой, а также очень редко используемый способ установки летучки в осевом сечении.

Нарезку зубьев шевронных валов-шестерен для шестеренной клетки первоначально предполагалось производить на Уралмашзаводе. Это было вызвано тем, что имеющийся на НКМЗ зуборезный станок «Лоренс» модели К-75 в результате эвакуации его в тыл и реэвакуации оказался без коробки подач и промежуточной коробки, приводящей в действие реверсивный барабан и гитару перегиба шеврона. Кроме того нехватало нескольких десятков сложных деталей.

Конструкторы отдела главного механика разработали проект кинематики и полуавтоматики, а также рабочие чертежи, по которым были изготовлены все недостающие узлы и детали, обеспечена сборка и отладка сложнейшего станка.

* Описываемый автором опыт НКМЗ им. Сталина по изготовлению червячной передачи нажимного устройства блуминга 1000 представляет значительный интерес как пример инициативного подхода к решению производственных задач. Примененные заводом технологические приемы изготовления многозаходных червячных пар требуют проверки и изучения. *Ред.*

На этом станке были нарезаны шевронные валы из легированной стали для первого блуминга (рис. 6). Обработка велась в три прохода комплектом пальцевых фрез (черновая, промежуточная и чистовая), изготовленных на заводе. При первом проходе производилось врезание на глубину 52 мм при подаче 12 мм/мин и скорости резания 16,5 м/мин. Фрезы были изготовлены из быстрорежущей стали марки Р.

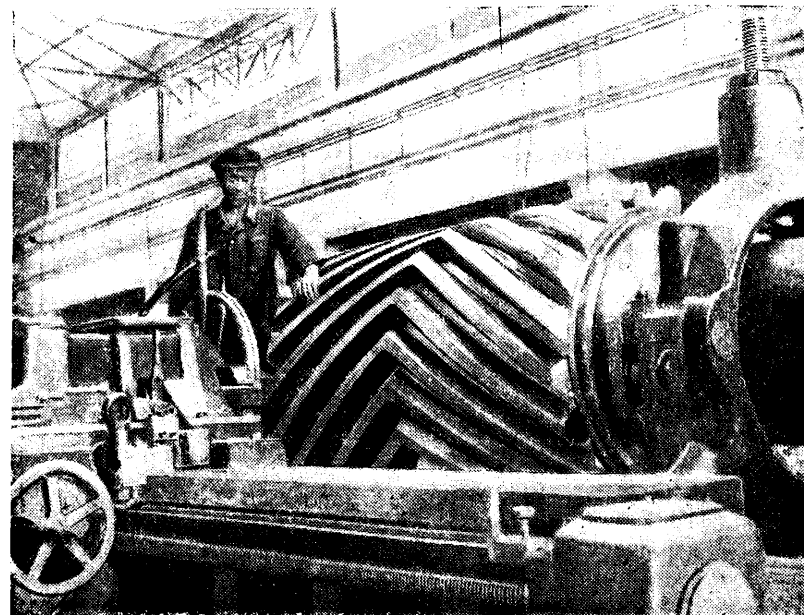


Рис. 6. Нарезка вала-шестерни для шестеренной клетки

Из-за отсутствия переносных универсально-сверлильных станков могла задержаться обработка станин рабочей клетки и других крупных деталей. В связи с этим было предложено использовать для указанной цели обычные радиально-сверлильные станки, устанавливая их основанием на детали.

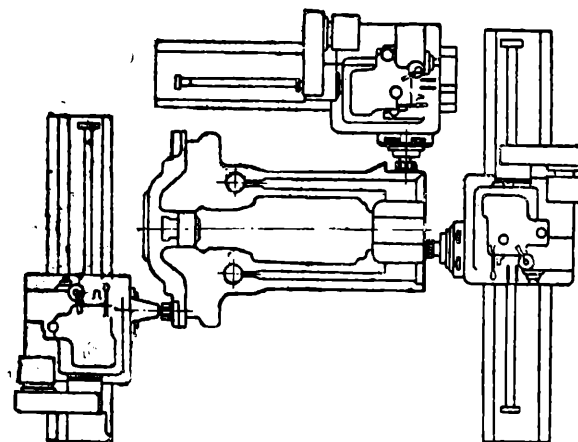


Рис. 7. Одновременная обработка станины блуминга тремя станками

Стремясь всемерно ускорить обработку основных деталей и сборку узлов, технологи пошли по пути совмещения операций и интенсификации технологических процессов.

Количество операций и переустановок крупных деталей было предельно сокращено. Так, полная механическая обработка станин рабочей клетки потребовала всего лишь четыре установки. Принятая в технологии последовательность грубых и чистовых проходов дала возможность производить операции на станинах двумя-тремя станками одновременно на протяжении всего цикла их обработки (рис. 7 и 8).

Так, совмещая фрезеровку опорных плоскостей под плитовины с предварительной обработкой верхней площадки под механизм обжата, удалось сократить цикл обработки станины на 66 час.

Совмещение строжки мест под нижнюю подушку с обработкой отверстий, рамок и опорных площадок под станинные ролики сократило цикл обработки более чем на 150 час.

Одновременная обработка отверстия под гайку нажимного механизма в головной части станины и отверстий под тяги устройства для уравнивания верхнего вала в нижней части ее дала возможность дальнейшего сокращения цикла обработки станины на 84 часа. В итоге на обработке двух станин было сэкономлено до 23 дней.

Такой подход также позволил свести до минимума межоперационное пролеживание.

Все это позволило сделать вывод, что получившее за последнее время признание многими технологами полезности дифференциации операций является ошибочным для условий индивидуального производства.

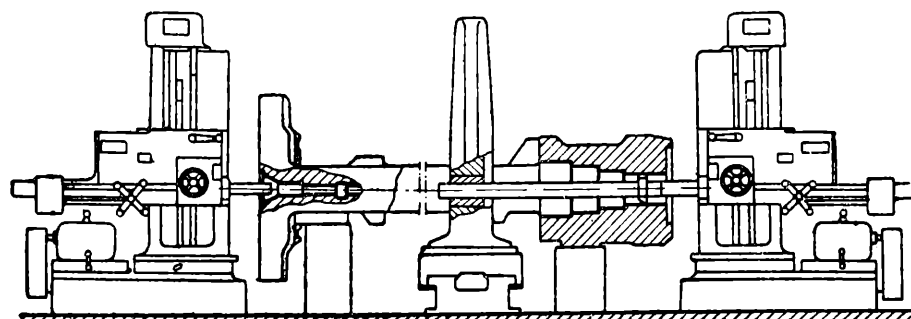


Рис. 8. Одновременная обработка станины блуминга двумя станками

Разработанная и внедренная в производство схема и календарный график сборки рабочей клетки (рис. 9) ** предусматривали параллельную сборку отдельных механизмов и последовательное наращивание в ходе сборки готовых узлов, подузлов и деталей. Такая мера позволила сократить время сборки этого уникального агрегата почти вдвое: рабочая клетка (рис. 10) весом свыше 650 т была собрана и сопряжена с другими узлами блуминга за 38 дней.

На рис. 11 изображена рабочая линия стана на сборочном стенде механического цеха № 1.

Сокращению времени содействовала также механизация ряда трудоемких слесарных операций. Так например, нарезка крупных резьб в станинах, производившаяся ранее вручную, выполнялась сверлильными и расточными станками с помощью специальных патронов; шабровка направляющих планок размером 535×2450 мм была заменена шлифовкой на плоско-шлифовальном станке.

Изготовленная специальная оснастка облегчила труд рабочих, повысила качество обрабатываемых деталей, значительно сократила затраты времени, особенно за счет уменьшения слесарных (ручных) работ. Например, выступающая нижняя часть станины рабочей клетки блуминга позволяет фрезеровать плоскости плитовины на вылете шпинделя равном 1 м. Для того чтобы сообщить шпинделю расточного станка необходимую устойчивость при фрезеровании, был сконструирован и изготовлен опорный рукав 1 (рис. 12), который своим основанием крепился к планшайбе горизонтально-расточного станка. Концы шпинделя находились в опоре во втулке 2, посаженной в рукав. Это простое приспособление позволило значительно ускорить обработку опорных плоскостей плито-

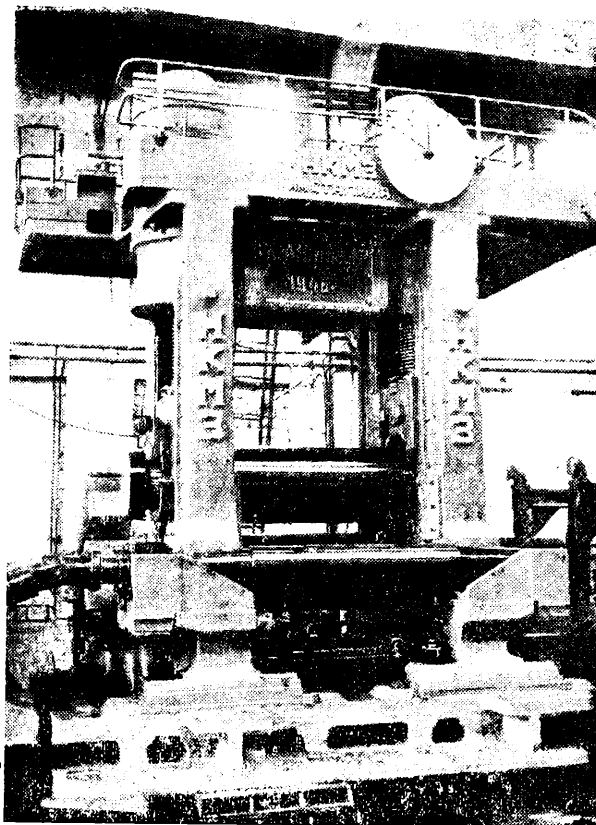


Рис. 10. Рабочая клетка блуминга

** См. вклейку

гин. Если без указанного приспособления плитовины можно было фрезеровать при подаче 22 мм/мин, глубине резания 10 мм и скорости резания 9,5 м/мин, то применение рукава позволило увеличить подачу до 48 мм/мин. Приспособление обеспечило

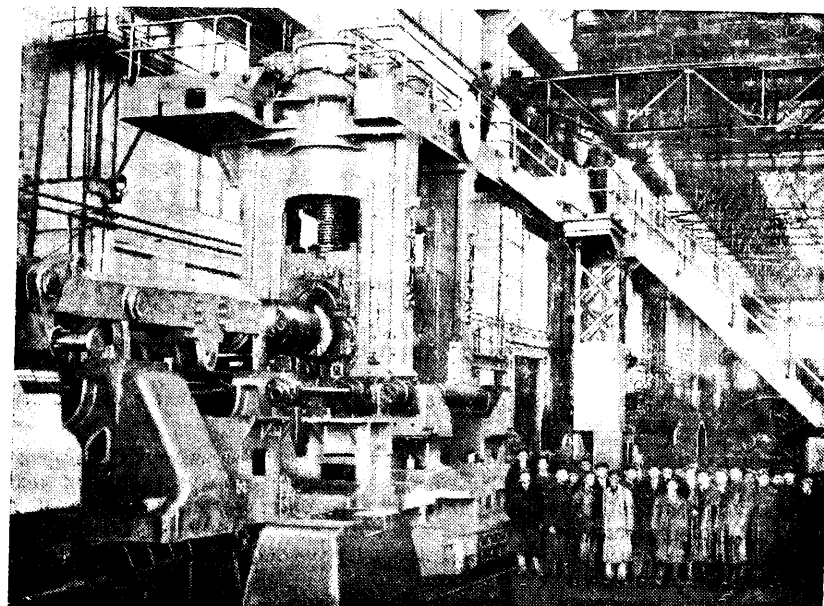


Рис. 11. Рабочая линия станка на сборочном стенде механического цеха № 1

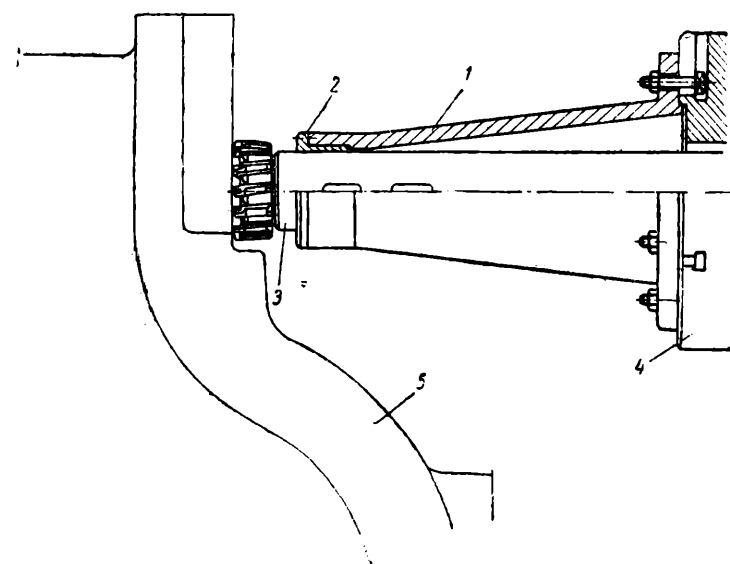


Рис. 12. Приспособление для фрезерования плитовин станины рабочей клетки.

1—опорный рукав; 2—втулка; 3—шпиндель станка; 4—планшайба; 5—станина рабочей клетки

также хорошее качество фрезеруемой поверхности, что имеет особое значение, так как плоскости под плитовины являются исходной базой для всей последующей обработки станины.

Для обработки внутренних и наружных сферических поверхностей у восьми комплектов обойм и подшипников для станинных роликов были применены специально изготовленные приспособления на токарный станок (для наружных сфер) и на карусельный станок (для внутренних сфер). В результате проверка сопряженных деталей на краску показала что слесарная пригонка сферических поверхностей не нужна.

Для обработки квадратного отверстия размером $370 \times 370 \times 1700$ мм в ступице нажимного устройства блуминга было создано оригинальное по замыслу и простое в осуществлении агрегатное приспособление (рис. 13 и 14). На стол продольно-строгального станка был установлен и закреплен переносный стол А горизонтально-расточ-

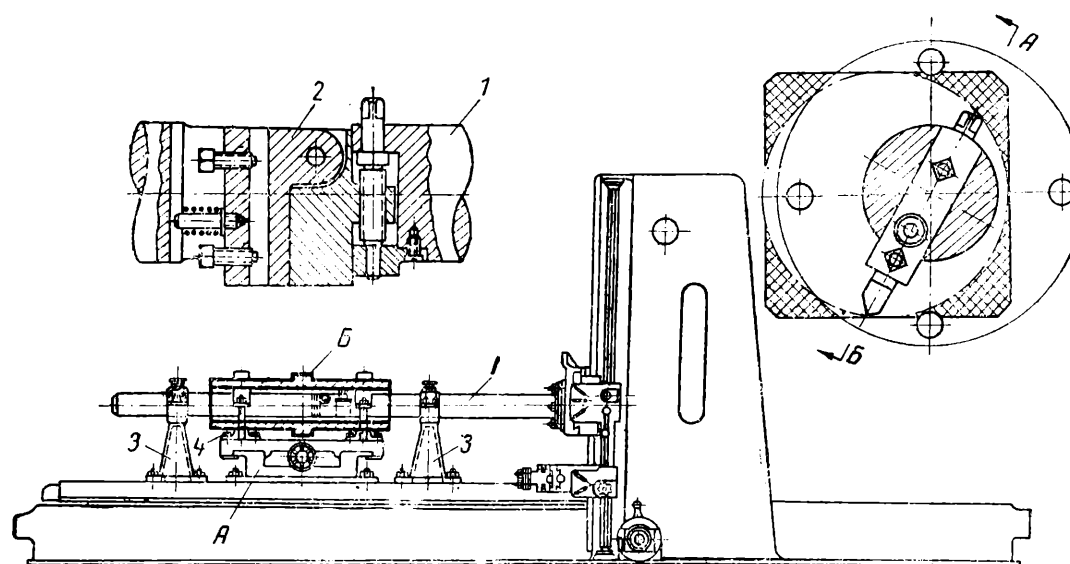


Рис. 13. Приспособление для строжки квадратного отверстия

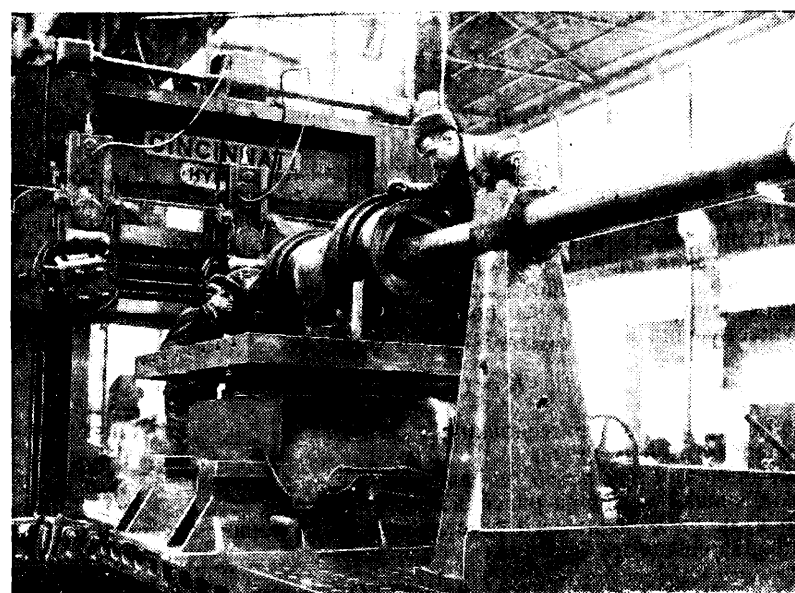


Рис. 14. Стrojка квадратного отверстия в ступице венца нажимного устройства

ного станка. Борштанга 1 с вмонтированным в нее откидным супортом 2 одним концом крепилась к вертикальному супорту станка и покоилась в двух стойках 3, закрепленных на столе строгального станка. Обрабатываемая деталь Б закреплялась на призмах 4, правильность установки которых проверялась ходом стола строгального станка. Стружка забиралась на глубину за счет вертикального перемещения откидного супорта 2. Поперечным перемещением верхней части переносного стола А осуществлялась рабочая подача. Сечение резца было равно 25×25 мм, стержень его прямой.

Длительность обработки одной ступицы составила всего 22 часа. Применение описанного приспособления позволило обработать квадратные отверстия достаточно чисто и с точностью, отвечающей требованиям чертежа.

До войны подобные детали обрабатывались на долбежных станках. Неизбежный при этом отжим резца приводил к задирам на обрабатываемой поверхности и к значительной конусности (до 2—3 мм). На окончательную пригонку отверстия затрачивалось до 200 ч²с.

Много внимания было уделено выбору баз, переходу от одной базы обработки на другую и созданию вспомогательных технологических баз. Все это делалось с таким расчетом, чтобы после первой (базовой) станочной операции совершенно не прибегать к помощи разметки и рейсмуса, а все размеры выдерживать от обработанных плоскостей и специальных площадок, созданных при первичной станочной операции.

Осуществление этих принципов полностью себя оправдало. Так, станины рабочей клетки, собранные на балках и траверзах, при проверке прецизионными уровнями и контрольными линейками, показали высокое качество механической обработки их. Объем слесарных работ в процессе сопряжения крупных деталей резко сократился.

Процессы механической обработки основных деталей блуминга были разработаны в виде специальных пооперационных и попереходных карт. В них по каждому переходу указывались все элементы режимов резания, подробно излагалась методика установок и межоперационных проверок деталей. Для каждой операции давался эскиз, который исключал необходимость пользоваться на рабочем месте громоздкими чертежами.

Положительные отзывы производителей и высокая технологическая дисциплина, которую удалось соблюсти при обработке указанных деталей, свидетельствуют о том, что такая технология вполне оправдала себя.

Проведенные министерством и заводом меры позволили сократить цикл изготовления первого послевоенного блуминга более чем в полтора раза по сравнению со сроками довоенного времени и значительно уменьшить производственные затраты.

Статистический контроль в производстве нормалей

Канд. техн. наук М. Л. РАТНЕР и инж. А. В. УСТЬЯНЦЕВ

Переход к статистическим методам контроля на заводе „Станконормаль“ был вызван рядом причин: резким увеличением выпуска продукции, необходимостью уменьшить число контролеров и получать надежные данные для подналадки автоматов и высадочных прессов, выполняющих основные технологические операции.

Отсутствие таких данных о фактических величинах рассеивания по большинству типоразмеров и сложность работы аппарата ОТК при наличии различных значений для величины контрольной зоны по каждому типоразмеру предопределили выбор метода осуществления работы. В известной формуле:

$$K = (\sqrt{n} - 1) A \cdot w$$

где K — зона нормального рассеивания;

n — число деталей в пробе;

A — коэффициент (при $n = 5$ он равен 0,594);

w — наибольшая величина рассеивания.

Вместо величин наибольшего рассеивания были приняты величины поля допуска, и расчет производился по формуле:

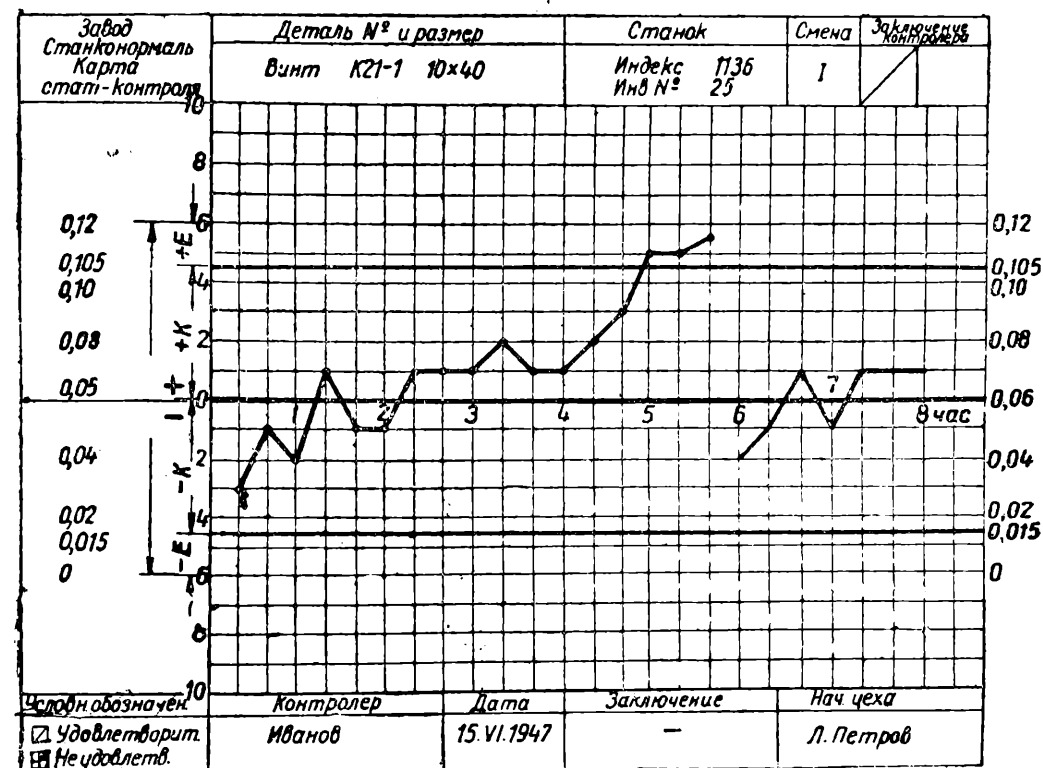
$$K = 0,74 D,$$

где D — поле допуска.

Следовательно, для всей номенклатуры зона нормального рассеивания была принята равной (с округлением) трем четвертям всего поля допуска. Взяв за наибольшую величину рассеивания поле допуска, т. е., предположив, что работы идет без брака, мы тем самым увеличили размер сигнальной зоны за счет зоны нормального рассеивания. Таким образом были созданы более жесткие условия контроля, чем теоретически рекомендуемые. При требовании увеличения количества нормалей повышенного класса, это мероприятие вполне себя оправдало. Кроме того, здесь достигается единообразие в постановке контроля по всем объектам.

Применяемая карта статистического контроля (см. рисунок) составляется на каждый измеряемый параметр по одному типоразмеру. Целыми цифрами по оси координат показана разбивка поля допуска для удобства подразделения его на зоны. Цифры слева показывают разбивку поля допуска, для конкретной детали. Приведенная карта показывает проверку диаметра винта М 10×40 при обработке на одношпиндельном

автомате 1136. Размер по чертежу $10^{+0,12}$. Нормальными остаются винты в пределах $0,75D$, т. е. 0,09 или по 0,045 в каждую сторону от середины поля допуска. Границы зон нормального рассеивания ($-K$ и $+K$) будут $10^{+0,015}$ и $10^{+0,105}$. Остальные



25% поля допуска отведены под сигнальные зоны ($-E$ и $+E$). Контрольные промеры производятся через каждые 20 мин. Точки, нанесенные на карту, являются средними из пяти замеров. Измерение производится специальными приборами с двумя шкалами, позволяющими одновременно проверять длину и диаметр.

ИЗОБРЕТЕНИЯ И УЛУЧШЕНИЯ

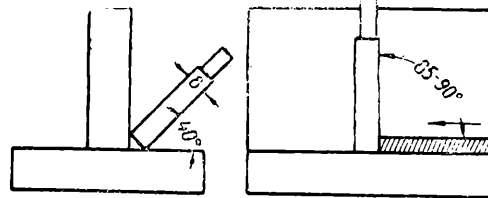
Скоростная электросварка валиковым швом с глубоким проваром корня шва

(Предложение инж-ров Бондаренко и Чеснокова)

Центральной научно-исследовательской лабораторией треста Проектстальконструкция Министерства строительства предприятий тяжелой индустрии по предложению инж-ров Бондаренко и Чеснокова разработан способ ручной электросварки ультракороткой дугой с проваркой корня шва на глубину 3,5—5 мм.

Режим тока при нормальном сварочном оборудовании выбирается соответственно заданной толщине свариваемых листов.

Электрод любой марки с толстой обмазкой устанавливается под углом 35—40° к горизонтальному листу и 85—90° к линии сварки (рисунок). После возбуждения вольтовой дуги электрод опирают в угол так, чтобы обмазка его касалась вертикального и горизонтального листов.



Сварщик, делая легкий нажим электродержателем, стремится как бы чертить концом электрода в углу. Благодаря нажиму электрод, по мере расплавления об-

мазки, равномерно передвигается вперед и предпочтительно справа налево (это позволяет сварщику наблюдать за процессом сварки). Расплавленный металл не должен затекать по шву; его нужно накладывать в центре шва под концом электрода. Если металл и шлак выступают вперед по шву, то это значит, что скорость движения электрода мала; она регулируется большим или меньшим нажимом на электрод справа налево.

Поперечные колебательные движения электрода не требуются, необходимо только поступательное равномерное перемещение его вдоль шва.

Опыт применения этого способа электросварки на Днепропетровском заводе и на строительном участке № 80 МСПТИ показал, что можно достигнуть скорости проходки шва до 21 м/час со значительным сокращением расхода электродов и электроэнергии.

Большинство работ выполнялось сварщиками невысокой квалификации на электродах марки ОММ-5.

Новый способ электросварки эффективен также и для стыковых швов без скоса кромок, при толщине листов до 16—20 мм. Способ этот принят для широкого использования в системе Министерства строительства предприятий тяжелой индустрии.

А. П.

Самозагружающийся передвижной конвейер системы И. С. Сегаль

Намеченный по новой Сталинской пятилетке грандиозный подъем валового сбора зерна (в 1950 г. — 127 млн. т) ставит перед подъемно-транспортным машиностроением ответственную задачу — создать новые виды транспортного оборудования, которые обеспечили бы механизацию и удешевили переработку сыпучих грузов.

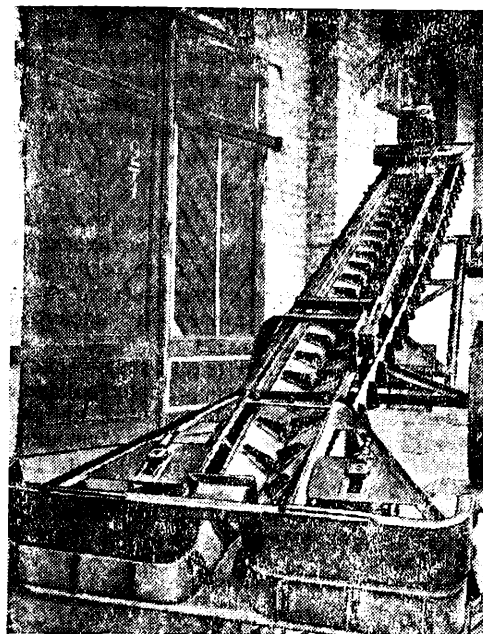
Всесоюзным научно-исследовательским институтом подъемно-транспортного маши-

ностроения (ВНИИПТМАШ) в 1946 г. разработан и построен первый опытный образец самозагружающегося передвижного конвейера системы И. С. Сегаль (авт. свид. № 65542).

Отличительная особенность этой конструкции (рисунок) заключается в том, что ее рабочий орган (две ленты шириной 150 мм с поперечными планками) служит одновременно для самозагрузки конвейера

из массива сыпучего продукта и для транспортирования последнего на заданную высоту и длину.

В месте изгиба лент и поворота их вокруг продольной оси образуется загрузочная воронка, постепенно переходящая в несущую часть конвейера, желобчатого сечения.



Разгрузка конвейера в концевой его части производится обратным поворотом лент у приводной головки. Зерно сыпается в образующуюся щель.

Конвейер выполнен из четырех компактных блоков: приводной и питающей головок, несущей и ходовой части с подъемным механизмом.

Привод представляет закрытую в масляной ванне трехколесную зубчатую передачу. Одно колесо посажено на вал фланцевого электромотора, два других

имеют равное число зубьев и служат для поворота барабанов, сидящих на одной с ними оси. Корпус передачи сварной и может с помощью болтов перемещаться относительно рамы приводной головки, обеспечивая тем самым грубую натяжку ленты.

Питающая головка с фронтом захвата 1290 мм имеет отклоняющие ролики двух типов: обычные — для направления гладкой ленты и специальные — для направления ленты и пропуска поперечных планок. Эти же ролики служат для натяжки лент.

Несущая часть конвейера сварена из легких уголков и может быть различной длины (на первой партии машин — 4300 мм, что обеспечивает максимальную высоту подъема 3100 мм). На ней размещены ролики для регулирования положения ленты на приводных барабанах, а также для создания поперечного смещения ее к оси конвейера, чтобы предотвратить образование щели.

Ходовая часть состоит из V-образной рамы подъемного механизма, у которой ось шарнира используется как ось ходовых колес (на первых образцах — сварные, на конических роликовых подшипниках).

Ручной подъемный механизм имеет пару зубчатых колес и стальной трос, наматываемый на вал зубчатого колеса, как на барабан. Заданное положение фиксируется храповым колесом с собачкой. Максимальный угол подъема конвейера 45°. Общий вес машины 380—400 кг.

На перегрузках зерна при угле подъема 45°, электромоторе мощностью 2,2 квт и скоростью лент 2,1 м/сек этот конвейер показал среднюю часовую производительность 40 т зерна, самозагружающегося из массива.

Из числа заказанных В/О Заготзерно семидесяти конвейеров 40 в первом квартале 1947 г. уже сданы хлебным базам, где признали наиболее легкими, удобными и надежными машинами из числа других, находящихся в эксплуатации.

А. П.

Публикация изобретений¹

М. Л. ГОЛДОВСКИЙ. Фильтр для масла (авт. свидет. № 67922, выд. Министерством авиационной промышленности).

Фильтр служит для очистки смазочных масел, принудительно циркулирующих в смазочных системах моторов. Он выполнен по типу устройств с непрерывной сменой фильтрующего материала, в виде двух концентрически расположенных с зазором решеток, между которыми помещена фильтрующая лента, перематываемая на двух барабанах.

М. Н. ВИШНЕВСКИЙ. Горелка для атомно-водородной сварки (авт. свидет. № 67787, выд. Министерством авиационной промышленности).

В предлагаемой горелке электроды укреплены в общем для них держателе. Особенность ее заключается в том, что электроды образуют свечу, составленную из двух угольных стержней с продольными канавками. Сложенные вместе канавки

¹ Извлечение из «Бюллетеня изобретений» Бюро изобретений госплана СССР № 2 1947 г.

электродов образуют канал для пропуска водорода от держателя к вольтовой дуге, горящей на конце свечи.

* * *

В. И. ФУНДАТОР, И. Ф. КОЛОБНЕВ и Е. М. НОТКИН. Двух- или многослойный тигель (авт. свид. № 57137, выд. Министерством авиационной промышленности).

Предлагается двух- или многослойный тигель с электроподогревом и внутренней металлической оболочкой для модифицирования и разлива легких сплавов.

* * *

Г. А. ФИЛЬЦЕР и Е. Я. ДЖЕМС-ЛЕВИ. Устройство для централизованного автоматического регулирования давления газов в рабочем пространстве печей (авт. свид. № 67826, выд. Министерством черной металлургии).

Предлагаемое изобретение, подобно известным устройствам автоматического регулирования газов в рабочем пространстве печей, например, мартеновских, включает в себе воздушный колокол. Последний подвешен к коромыслу, замыкающему и размыкающему электрическую цепь, командуящую исполнительным органом. Отличается предлагаемое устройство от прежних тем, что позволяет обслуживать несколько точек или печей одним регулятором. Для этого в устройстве применены: коммутационные приспособления: одно поочередно сообщаемое печи с воздушным пространством колокола регулятора, и второе, синхронно работающее совместно с первым, поочередно включающее в работу командные цепи. Кроме того, в устройстве применено приспособление, задающее давление в регулируемых печах и периодически контролирующее заданное давление с фактическим в каждой печи.

* * *

В. И. ПШЕНИЧНЫЙ. Номографический прибор для подсчета величины припуска на обработку в отливках из чугуна (авт. свид. № 67645, выд. Министерством тяжелого машиностроения).

Предлагаемый прибор выполнен в виде доски с нанесенными на ней номограммами, снабженной рядом движков с отчетными шкалами и визиром. Особенность изобретения — применение поворотного многогранного барабана для нанесения сменных номограмм, например, для класса отливки.

* * *

Б. М. КСЕНОФОНТОВ. Машина для непрерывного литья (авт. свид. № 67460, выд. Министерством черной металлургии). Предлагаемая машина относится к типу машин, состоящих из четырех гибких конвейерных лент, образующих охлаждающий канал для заливки металла.

* * *

М. В. ЦЕХАНОВИЧ. Потенциометрическое устройство для автоматического программного регулирования температуры газовых и электрических печей (авт. свид. № 67704, выд. Министерством электропромышленности).

В предлагаемом потенциометрическом устройстве регулирование производится при помощи реле, воздействующем на реверсивный электродвигатель, управляющий питанием печи (электроэнергией или газом), и элемента, задающего программу регулирования. Последний выполнен в виде цилиндра, вращающегося с постоянной скоростью.

* * *

С. С. НОСЫРЕВА и Г. И. ЧУФАРОВ. Способ фосфатирования металлов (авт. свид. № 67700, выд. Министерством машиностроения и приборостроения).

При фосфатировании металлов раствором первичных фосфорнокислых солей железа и марганца предлагается в фосфатную ванну вводить хлористый цинк. Добавка эта уменьшает количество шлама и изменяет его структуру: получается плотный кристаллический осадок, который не взмучивается.

* * *

С. Н. ЛОЦМАНОВ. Флюс для сварки алюминия (авт. свид. № 67682, выд. Министерством связи).

Предлагаемый флюс состоит из 17—25% хлористого натрия, 18—28% хлористого бора, 12—16% фтористого натрия и остальное — хлористый калий.

НОВЫЕ СТАНДАРТЫ

Новые стандарты на чертежи в машиностроении

В декабре 1946 г. был закончен пересмотр группы стандартов из сборника «Чертежи в машиностроении». Взамен действующих ОСТ Всесоюзный Комитет Стандартов утвердил новые ГОСТ, вводимые в действие с 1 января 1948 г.

В указанную группу входят следующие стандарты (см. таблицу).

ОСТ 7540—39 «Условные обозначения качества обработки и видов покрытий поверхностей изделий» был пересмотрен в 1945 г. в связи с утверждением ГОСТ

Номера утвержд. ГОСТ	Наименование	Взамен ОСТ
3450—46	Форматы чертежей	7532—39
3451—46	Масштабы	7533—39
3452—46	Буквенные обозначения	2630—39
3453—46	Расположение видов (проекций) на чертежах. Разрезы и сечения	7534—39
3454—46	Шрифты	7535—39
3455—46	Штриховка в разрезах и сечениях	7536—39
3456—46	Линии чертежа и их обводка	7537—39
3457—46	Обозначение допусков на чертежах	7539—39
3458—46	Нанесение размеров	7538—39
3459—46	Изображение и обозначение резьбы	7541—39
3460—46	Условные изображения зубчатых зацеплений	7542—39
3461—46	Условные изображения пружин	7545—39
3462—46	Условные изображения для кинематических схем	7548—39
3463—46	Условные обозначения на схемах деталей трубопроводов, арматуры, теплотехнических и санитарно-технических приборов и аппаратуры	7546—39
3464—46	Условные обозначения трубопроводов, несущих жидкости и газы	7547—39
3465—46	Условные изображения заклепок, болтов и отверстий для них	26024
3466—46	Способ нанесения номеров деталей и подразделений изделий на сборочных чертежах	7549—39

2789—45 «Чистота поверхностей; микрогеометрия поверхности; классификация и обозначения». В результате, взамен ОСТ 7540—39 был утвержден ГОСТ 2940—45 «Нанесение на чертежах обозначений чистоты поверхностей и надписей, определяющих отделку и термическую обработку», обязательный с 1 января 1946 г.

В апреле 1947 г. Комитет Стандартов разъяснил, что цифру из обозначения класса или разряда чистоты следует всегда ставить справа от треугольников (рис. 1). Это указание включено в ГОСТ 2940—45 в виде дополнительного пункта 17.

В сборнике «Чертежи в машиностроении» имеются еще ОСТ: «Виды (наимено-

вания) чертежей», «Надписи и спецификации», «Выполнение чертежей, передаваемых из конструкторских отделов в производственные». Эти ОСТ будут пересмотрены в связи с разрабатываемым проектом стандарта на «Систему чертежного хозяйства»¹.

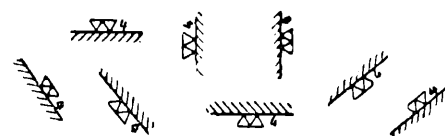


Рис. 1

Наиболее существенные изменения и дополнения, внесенные при пересмотре перечисленных выше стандартов, сводятся к следующему.

Форматы чертежей. Вопрос об образовании форматов в дополнение к основным, т. е. к форматам 814 × 1152, 576 × 814 и т. д., разрешен следующим образом: «Допускается в отдельных случаях образование дополнительных форматов путем увеличения одной из сторон форматов: длинной стороны в 1,5; 2; 2,5; 3 и т. д. раза, короткой — в 1,5; 2,5; 3; 3,5 и т. д. раза.

Форматы большие а0 образуются также путем увеличения этого формата на полюсу, кратную а4, т. е. по длинной стороне на 288 мм, а по короткой — на 203 мм, или кратно этим размерам».

Масштабы. В перечень допускаемых масштабов включен масштаб 1:4, что соответствует пожеланиям некоторых отраслей машиностроения. Масштаб 1:75 исключен из стандарта.

В стандарт внесено указание о допустимости отступлений от установленных масштабов при воспроизведении чертежей путем клиширования или фотографирования, а также в печатных изданиях и заводских нормалях.

Расположение видов (проекций) на чертежах. Разрезы и сечения. Введены указания о том, что при изображении самолетов, автомобилей, паровозов и т. д. для главного вида следует принимать условное направление движения справа налево. Для деталей, изготовляемых из материала, имеющего лицевую и нелицевую стороны (например кожа), на главном виде должна быть показана лицевая сторона с письменным указанием об этом. Вместо штриховки в разрезах и сечениях допускается сплошное покрытие соответственных участков подлинника, выполненного на прозрачном материале.

Для отметки линий разреза и линий сечения должны применяться только буквы латинского алфавита, а для разрезов допускаются также и римские шифры.

¹ В настоящее время обсуждается II редакция указанного проекта, разосланная на отзывы в январе—феврале с. г.

Шрифты. Стандарт устанавливает шрифты, обязательные к применению в машиностроительных чертежах. Допускается шрифт без наклона для обозначения номеров чертежей с соблюдением указанных в стандарте типов и размеров цифр и букв.

Штриховка в разрезах и сечениях. Введены в качестве допускаемых варианты штриховки для деталей, штампованных из тонкого листового металла (рис. 2), и для изделий из резины (рис. 3).

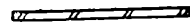


Рис. 2



Рис. 3

Расстояния между линиями штриховки для металла, кожи, заливок и т. д. выбираются от 1 до 4 мм, а для железобетона и кирпича — от 3 до 8 мм. Обозначение стекла можно выполнять от руки.

Линии чертежа и их обводка. Введены указания о том, что при выполнении подлинника на прозрачном материале в карандаше линии обводки могут быть утолщены для четкости копий. При изображении деталей, штампованных из тонкого листового материала, линии обводки допускаются тоньше 0,4 мм. Для изображения излома (обрыва) допускается также тонкая линия по типу показанной на рис. 4. Штри-

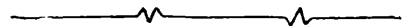


Рис. 4

ховка в разрезе деталей, создающих «обстановку» для основной детали (прилегающих или сочетающихся с основной деталью), не обязательна.

Нанесение размеров. Стандарт содержит общие правила нанесения размеров на чертежах, а не правила простановки размеров в зависимости от выбора конструктивных и технологических баз.

В стандарте указывается, что расстояния между параллельными размерными линиями должны быть не менее 5 мм, а от размерных линий до линий контура — не менее 4 мм.

При отсчете линейных размеров от некоторой базы допускается проведение одной общей размерной линии (рис. 5). До-



Рис. 5

пускается наносить размеры на одной половине изображения (рис. 6), представляющего собою симметричную фигуру (для тел вращения это исключается). При

указании подписью конических фасок на телах вращения рекомендуется делать надпись по типу $2 \times 45^\circ$, где 2 — высота усеченного конуса, а 45° — угол между

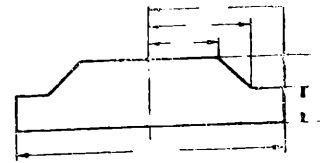


Рис. 6

образующей конуса и его осью. Повторяющиеся одинаковые отверстия могут быть указаны надписью по типу «12 отв. $\varnothing 30$ » (рис. 7).

Рядом с размером радиуса (впереди) во всех случаях должна быть поставлена

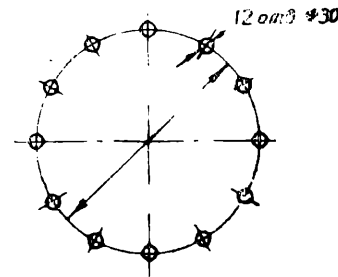


Рис. 7

буква R. Также сделано обязательным нанесение знака диаметра ($\varnothing$), когда его размер указан не на том виде или разрезе, на котором имеется проекция в форме окружности (рис. 8).

Обозначение допусков на чертежах. Введено указание, что предельные отклонения наносятся на чертежах непосредственно после номинального размера либо условными обозначениями по общесоюзным стандартам на допуски и посадки, либо числовыми величинами. В виде исключения допускается указывать наряду с условными обозначениями числовые величины отклонений, причем последние рекомендуется наносить в скобках и выполнять уменьшенным (в сравнении с номинальным размером) шрифтом.

В стандарте даны условные знаки и пояснительные надписи для указания допустимых отклонений формы и расположения поверхностей. Знаки и надписи приведены для следующих отклонений: непрямолинейности, неплоскостности, непараллельности, овальности, конусности, радиального биения, торцевого биения, перпендикулярности, несоосности, несимметричности.

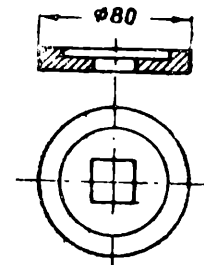


Рис. 8

Изображение и обозначение резьбы. В стандарт введено дополнение: если при изображении резьбы в отверстии штриховая окружность будет перекрываться окружностью от заходной фаски, то в этой проекции заходную фаску не показывают.

Дан вариант изображения резьбы на винтах для дерева (рис. 9). Установлено, что для левой резьбы следует к ее обозначению добавлять полностью слово «левая».

Допускается не включать номер стандарта в обозначение резьбы.

ОСТ 7542—39 дан в виде справочной таблицы, приложенной к стандарту «Изображение и обозначение резьбы». Таблица содержит данные из стандартов резьбы; в нее введены обозначения из ОСТ 4039, 4004, 20008—38 и 20010—38.

В ГОСТ 3459—46 указано, что в обозначениях метрических резьб можно не ставить букву *M*; кроме того, может быть опущена ссылка на номер стандарта соответствующей резьбы.

Условные изображения зубчатых зацеплений. Обозначение по черт. 4 из ОСТ 7544—39 отнесено только к колесам с прямыми зубьями. Введен чертеж для случая, когда вершины начальных конусов не совпадают в одной точке.

Условные изображения пружин. При условном изображении винтовых пружин, свитых из тросов, состоящих из нескольких проволок (жил), необходимо наносить надпись по типу «трехжильная», «четырёхжильная» и т. д.

Дано изображение дисковых пружин (пружины Бельвиля) в сборе.

Условные обозначения на схемах деталей трубопроводов, арматуры, теплотехнических и санитарно-технических приборов и аппаратуры. Добавлено обозначение сифон-ревизии (рис. 10).

Условные обозначения трубопроводов, несущих жидкости и газы. Пункт 4 из ОСТ 7547—39 изложен так: для более

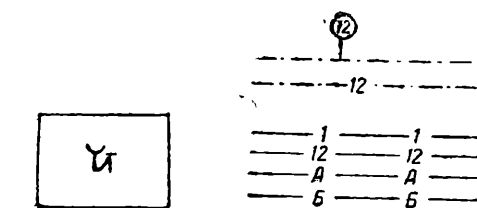


Рис. 10

детального подразделения трубопроводов по их содержанию (например, вода чистая, вода теплая и т. д.) условное обозначение отмечают цифрой (или буквой) на выноске или на линии трубопровода. В этих случаях и вообще при большом количестве трубопроводов допускается однотипное их обозначение прямыми линиями с цифрами (или буквами) в разрывах линий (рис. 11).

На каждом листе чертежа должны быть даны пояснения примененных условных обозначений.

Условные обозначения для кинематических схем. В стандарте даны условные обозначения для кинематических схем в ортогональных проекциях по следующим позициям:

- 1) характер и направление движения,
- 2) траектория точки, 3) геометрическая ось элемента, 4) вал, ось, шатун и т. п., 5) вращение вала, 6) неподвижное закрепление оси, 7) неподвижная опора для движущегося стержня, 8) неподвижная и подвижная опоры, 9) соединение стержней, 10) соединение стержня с неподвижной опорой, 11) подшипники скольжения и качения (на валу), 12) пяты скольжения и качения, 13) фиксация вала от осевого перемещения, 14) соединение детали с валом, 15) соединение двух деталей, 16) соединение двух валов, 17—19) муфты, 20) тормозы, 21) ползун, 22) цилиндр с поршнем, 23) соединение кривошипа с шатуном, 24) соединение коленчатого вала с шатуном, 25) кулисный механизм, 26) кулачковые механизмы, 27) храповый механизм, 28) маховик на валу, 29—30) шкивы на валу, 31—34) передачи ремнем, 35) передачи цепью, 36) передачи фрикционные, 37—40) зубчатые зацепления, 41—42) винт, передающий движение, и гайка на нем, 43) двигатели, 44) пружины, 45) блок из двух шестерен, 46) зубчатые механизмы, 47) рычаг переключения, 48—49) конец вала и съемная рукоятка, 50) маховичок, 51) концы шпинделей металлорежущих станков, 52) вал трансмиссионный на опорах, 53) соединения: заклепочное, болтами, винтом, шпилькой.

Способ нанесения номеров деталей и подразделений изделий на сборочных чертежах. Исключен способ указания номеров в кружках, оставлены лишь «полки». Линия-выноска может оканчиваться или утолщением (точкой) или стрелкой; односторонняя стрелка исключена.

Допускается нанесение линии-выноски общей для группы крепежных деталей (например, болт-шайба-гайка), относящихся к одной и той же точке крепления.

Рекомендовано располагать номера по часовой стрелке или против нее.

Буквенные обозначения. Если в нормалях, графиках, таблицах и надписях, сопровождающих чертежи, и на самих чертежах необходимо буквенное обозначение точек, линейных размеров, площадей и объемов, то следует применять буквы латинского алфавита, а для углов — преимущественно буквы греческого алфавита.

Исключены обозначения строчными буквами площадей и объемов. Радиус при цифровом размере должен обозначаться прописной буквой *R*, а не строчной.

Предпочтительно, при обозначении ряда однородных величин одной и той же буквой с цифровым порядковым индексом, обозначать величину, которая принимается в качестве основной, соответствующей буквой без индекса (например *d*, а затем *d*₁, *d*₂, *d*₃ и т. д.).

Условные обозначения заклепок, болтов и отверстий для них. Стандарт устанавливает условные изображения: а) для заклепок с полукруглыми, потайными и по-

Для указания размещения болтов устанавливается их условное изображение в виде квадрата, поставленного одной вершиной вверх, а для отверстий для за-

	Полукруглые		Потайные		Полупотайные		
Форма и расположение головок							
Условное обозначение	С обеих сторон	С ближней стороны	С дальней стороны	С обеих сторон	С ближней стороны	С дальней стороны	С обеих сторон

лупотайными головками; б) для болтов; в) для размещения отверстий под заклепки и болты и г) способ указания размеров заклепок, болтов и отверстий в случае их условного изображения.

Для условного изображения головок заклепок приняты обозначения, приведенные на рис. 12.

Если надо указать только размещение заклепок, то их можно обозначать в форме $\perp$. При однородной клепке в узле допускается изображение в виде крестика или кружка, с указанием об этом на чертеже.

Применение условных изображений не исключает возможности наносить на чертеже шифр для заклепок и требуемые пояснения.

Если необходимо указать материал в условном изображении заклепок, рекомендуется для заклепок из одного материала применять изображение в виде одной окружности, а для заклепок из другого материала — две концентрические окружности, с соответствующей оговоркой на чертеже.

клепок и болтов — в виде сплошь заштрихованного кружка.

Отверстия, выполняемые при монтаже, должны отмечаться на чертеже надписью.

* *
*

К пересмотру стандартов был привлечен обширный круг корреспондентов и участников совещаний — представителей министерств, заводов, различных организаций и вузов. В процессе пересмотра были учтены многочисленные пожелания и мнения, последние сдвиги в технике и накопившийся отечественный и иностранный опыт. В общем пересмотр подтвердил, что стандарты чертежей, принятые в 1939 г. и теперь преобразованные в проекты ГОСТ, в основном получили признание и вошли в практику при выполнении машиностроительных чертежей. Общепризнанное значение стандартов чертежей еще более возрастет при внедрении новых ГОСТ.

Проф. В. О. Гордон
и инж. Г. Х. Трахтенберг

В Комиссии по качеству поверхности при Институте машиноведения АН СССР

● На заседании комиссии (председатель — засл. деят. науки и техники, д-р техн. наук, проф. Э. А. Сател) был заслушан доклад канд. техн. наук А. И. Исаева (ЦНИИТМАШ) **О влиянии технологических факторов на микрогеометрию поверхности.**

Докладчик дал подробный анализ влияния пластической деформации (происходящей при срезании стружки) на механизм образования поверхности при обработке деталей на металлорежущих станках стальным и твердосплавным инструментом. В докладе была освещена физическая сущность этого процесса, разобрано влияние геометрии инструмента и режима резания на микрогеометрию поверхности при токарной обработке.

Комиссия отметила большую практическую и научную ценность исследований, проведенных в ЦНИИТМАШ под руководством А. И. Исаева. Методика этих исследований принята Комиссией в качестве основной при разработке справочных данных для машиностроения по выбору технологических факторов, которые необходимы для получения заданной микрогеометрии поверхности согласно ГОСТ 2789—15.

● Доклад на тему «Исследование наклепа и остаточных напряжений I-го рода, возникающих в поверхностном слое стали при обработке резанием» был сделан в комиссии канд. техн. наук И. С. Штейнбергом, возглавляющим лабораторию ка-

чества поверхности при Доме техники Министерства вооружения.

Для этих исследований была взята углеродистая сталь 50, обрабатывавшаяся на токарном станке. Для оценки глубины и степени наклепа был использован метод определения твердости тонких поверхностных слоев, залегающих на различной глубине и вскрываемых при помощи электролитического полирования.

Внутренние остаточные тангенциальные напряжения первого рода, возникающие в изделии при его обработке, устанавливались методом определения остаточных напряжений в тонкостенных трубах, разработанным акад. Н. Н. Давиденковым.

В процессе опытов замерялась радиальная составляющая усилия резания, определялись некоторые температуры по методу Готвейна, а также поперечная усадка стружки.

Результаты исследований позволили сделать следующие основные выводы:

1. Глубина наклепа поверхностного слоя обработанного изделия возрастает с увеличением скорости резания, не зависит от глубины резания и незначительно уменьшается с увеличением подачи.

2. Твердость поверхностного слоя при соответствующих режимах резания может быть в 4 раза выше твердости отожженного и необработанного резанием материала и достигает твердости закаленной стали.

3. Глубина наклепа, измеренная от дна впадины профиля поверхности, с увеличением скорости резания до определенного предела (зависящего от подачи) увеличивается, а затем уменьшается. С увеличением подачи в 6 раз глубина наклепа увеличивается на 30% (глубина наклепа не зависит от глубины резания). Для широкого диапазона режимов резания глубина наклепа изменяется в пределах от 60 до 210 μ .

4. В тонком поверхностном слое обработанного изделия возникают высокие сжимающие тангенциальные напряжения, значения которых изменяются при различных режимах в пределах от 30 до 100 кг/мм².

5. Между глубиной наклепа, остаточными напряжениями 1-го рода и эффективным напряжением резания существует определенная связь, а именно: чем выше эффективное напряжение резания, тем больше глубина наклепа и тем значительнее остаточные напряжения.

Комиссия отметила значительный научный интерес проведенного исследования, отличающегося новизной метода и приемов.

● Комиссия заслушала также сообщение инж. Б. М. Левина (ГОИ, Ленинград) о разработанной им конструкции профилографа ИЗП-17 для снятия профилограмм с поверхностей, имеющих различную шероховатость. Сообщение сопровождалось демонстрацией прибора.

В приборе вертикальное увеличение изменяется плавно от 400 до 5000; горизонтальное увеличение — 25 и 50; длина профилируемого участка — 1,5 и 3 мм; продолжительность профилирования — 1 мин.; давление ощупывающей иглы — 0,1 г; диапазон высот профилируемых поверхностей от 0,1 до 90 μ .

При одной зарядке можно снять от 2 до 8 профилограмм в зависимости от степени шероховатости исследуемых поверхностей.

Прибор позволяет вести профилирование на фотопленке и на осциллографной фотобумаге, а также дает возможность визуально оценивать неровности поверхности. При повторном профилировании одной и той же трассы прибор обеспечивает полную воспроизводимость профиля. Он является самым простым из существующих профилографов по конструкции и самым компактным по размерам (головка прибора заключена в трубку diam. 60 мм и длиной 240 мм). Прибор универсален и пригоден для испытания поверхностей с различной степенью шероховатости.

Использование оптического принципа в сочетании с весьма простым и надежным подвесом для иглы и общей компоновкой элементов прибора позволило получить компактную головку. Это даст возможность создать накладной контактный оптический профилограф, применимый в цеховых условиях, у которого жесткая связь прибор — испытуемая деталь обеспечивает оптимальные условия в отношении вибраций и для элементарных поверхностей исключает затраты времени на установку образцов перед испытанием. Прибор признан комиссией одним из лучших образцов стечественных приборов по качеству поверхности, крайне необходимым для нашей промышленности. В связи с этим решено сообщить Госплану СССР о необходимости серийного производства этого прибора.

Инж. Б. С. Розенбаум

Рецензия

ВОРОБЬЕВ Н. В., д-р техн. наук, проф. «Цепные передачи», под ред. д-ра техн. наук, проф. Л. Г. Кифера, Машгиз, 1946, 44 стр., т. 8000, ц. 10 руб.

Книга д-ра техн. наук, проф. Н. В. Воробьева — результат более чем 10 лет изысканий автора в области цепных передач, роль которых в современном машиностроении неуклонно возрастает.

Ни за рубежом, ни у нас не было опубликовано трудов, которые последовательно излагали бы комплекс вопросов, возникающих при попытках исследования кинематики и динамики цепных передач, взаимодействия цепи и звездочки и установления критериев для выбора и расчета и для оценки качеств цепных механизмов. Известны только отрывочные и не всегда верные указания о методах выбора и расчета цепных передач. Методы, рекомендуемые в фирменных каталогах, обычно сопровождаются оговорками, ограничивающими их применение пределами «обычных» передач в смысле передаваемых мощностей, чисел оборотов и типов передаточного механизма. Как в справочной литературе, так и в трудах признанных авторитетов в области деталей машин и прикладной механики цепным передачам отводится чрезвычайно мало места. Существующие стандарты, в том числе и наш ГОСТ 586—41—593—41 и широко известный и наиболее полный американский стандарт ASA B-29, 1930 г., по своему назначению и по объему не исчерпывают всех теоретических и практических вопросов в этой области.

Значительную часть этого существенного пробела в современной технической литературе вполне удовлетворительно заполняет книга проф. Н. В. Воробьева, в которой последовательно освещены все основные положения о цепных передачах. Всего на 144 стр., насыщенных 82 рис. и 18 табл., автору удалось изложить свои оригинальные заключения о неизученных до настоящего времени или мало изученных особенностях цепных передач.

Начиная книгу с интересного краткого исторического обзора, проф. Н. В. Воробьев переходит к описанию типов и конструкций цепей и цепных передач и, постепенно вводя читателя в курс теории

цепных передач, разъясняет разницу между зацеплением цепи со звездочкой и цепочным механизмом. Это особенно существенно в связи с тем, что еще до недавнего времени на ложном представлении об идентичности этих двух видов зацепления строились незерные теории цепных передач. Далее автор дает оценку различным способам практического осуществления зацепления цепи со звездочкой и рекомендует наиболее эффективный способ.

В следующем разделе «Кинематика и динамика цепной передачи» автор методично разъясняет некоторые их особенности, облекая свои рассуждения в математические формулы и делая практические выводы.

Касаясь профилирования зубьев звездочек, он теоретически обосновывает методы построения рациональных форм зубьев, дополненные опытными данными и практическими указаниями. Каждому, ознакомившемуся с этим разделом, должно стать ясным, что отличная цепь и плохая звездочка — недолговечная пара.

Далее автор анализирует факторы, влияющие на износ цепей, и существующие принципы выбора цепей, в частности — рекомендуемую американским стандартом ASA B-29 формулу для подбора цепей. Уместно отметить, что указываемое автором несовершенство этой формулы подтверждается высказываниями самого автора американского стандарта, инж. Бартлетта, которые были опубликованы спустя несколько лет после выхода американского стандарта. Он писал, что при известной комбинации числа зубьев звездочек и длины цепи можно передать нагрузку в 2 раза большую против указанной в таблицах стандарта (вычисленных по американской формуле $T - M$) и что в этих таблицах учтены не все факторы.

Вопреки установившейся практике проф. Н. В. Воробьев доказывает, что основным критерием для построения правильной теории подбора цепей является фактор износа, т. е. удельная работа трения. Тут же автор знакомит читателя с методикой и способами осуществления экспериментов, которые он провел, чтобы установить величину удельной работы трения в шарнирах цепей.

Особого внимания заслуживает заключительный раздел книги, в котором автор

предлагает в практически применимой форме свой метод подбора параметров цепной передачи. Этот метод допускает подбор целесообразных комбинаций ряда определяющих передачу факторов для обеспечения надежной работы цепной передачи в течение заданного времени, при известном для данной цепи так называемом коэффициенте износа K . Однако автор неоднократно указывает, что значение коэффициента K , установленное им экспериментальным путем для цепей шага 19,05 и 25,4 мм и для цепей других размеров, могут быть применены только ориентировочно, и не отрицает необходимости установления значений коэффициента K для каждого типоразмера цепи. Тем не менее внедрение в практику метода проф. Н. В. Воробьева принесет большую пользу, так как им определены значения коэффициента K именно для наиболее распространенных в СССР размеров цепей. Применение этого же безусловно передового метода для цепей иных размеров, при интерполированных значениях K , приведет к результатам более близким к оптимальным, чем подбор цепных передач с чрезмерными запасами прочности цепей на разрыв или иным другим способом.

Рецензируемая книга является только первым шагом в области изучения цепных передач и, естественно, не охватывает те-

му во всей полноте. Однако она может и должна служить руководством, содействующим более рациональному и эффективному использованию цепных передач. Книга проф. Н. В. Воробьева указывает пути дальнейших теоретических и экспериментальных исследований. Она поможет также искоренить все еще встречающееся даже в среде техников наивное представление о цепях и цепных передачах, как о «грубых» механизмах, изучение которых не представляет теоретического или практического интереса. Наконец, книга будет способствовать введению целесообразной терминологии в области цепных передач, так как и в этом отношении автор оказался весьма разборчивым.

В СССР насчитываются сотни тысяч одних только сельскохозяйственных машин с цепными передачами, многие тысячи станков с цепными приводами и тысячи других машин, в которых цепь играет не последнюю роль. Поэтому каждое небольшое улучшение качества цепи или усовершенствование цепной передачи, удлиняющее срок ее службы, правильный подбор цепных передач и нормальная их эксплуатация принесут ощутительную экономию средств, сил и времени и ускорят восстановление и развитие нашего народного хозяйства.

Инж. Т. М. Мусинян

Новые издания Машгиза

Анохин В. И., Советские автомобили, Справочник 1, М., Машгиз, 1947, 575 стр. с черт., т. 15 000, ц. 35 руб.

В части Справочника приводятся подробные данные по всем моделям советских автомобилей ГАЗ, ЗИС, ЯГ и КИМ, выпущенным до 1946 г., а также краткие сведения по новым моделям автомобилей, утвержденным к выпуску в СССР.

Материалы справочника рассчитаны на широкий круг инженерно-технических работников автомобильного дела, а также для ознакомления студентов вузов с конструкцией советских автомобилей.

Барун В. А., Тонкое точение и скоростное фрезерование, М. — Л., Машгиз, 1947, 107 стр. с илл. и черт., т. 5000, ц. 6 руб.

Книга состоит из двух разделов: 1. Тонкая обточка и расточка. 2. Тонкое (скоростное) фрезерование. В каждом из этих разделов приводится подробное описание: сущности обработки, применяемого оборудования и инструментов, достигаемого качества обрабатываемых поверхностей.

Книга рассчитана на инженеров-производственников.

Батманов В. А., Электросварка в ремонтном деле, Свердловск, Машгиз, 1947, 131 стр. с черт., т. 10 000, ц. 6 руб.

В книге изложены методы выполнения электросварки чугуновых деталей холодным, полугорячим и горячим способами. Предназначена она для лиц, занимающихся практическим применением электросварки в ремонте чугунного литья.

Безухов К. И., Фундаменты металлообрабатывающих станков, Свердловск, Машгиз, 1947, 118 стр. с черт., т. 6000, ц. 6 руб.

В книге, предназначенной для инженеров-проектировщиков и механиков-производственников, даны расчетно-теоретические основания и вспомогательные таблицы для проектирования фундаментов под станки и указания по их возведению.

Грановский Г. И., Фасонные резцы (ВНИИ Министерства станкостроения СССР), М., Машгиз, 1947, 160 стр. с черт., т. 10 000, ц. 8 руб.

В книге изложены принципы работы фасонных резцов, указаны цели коррекционных расчетов и техника их проведения, даны таблицы рекомендуемых величин и примеры производства расчетов.

Предназначена книга для конструкторов и технологов, работающих в области обработки металлов в крупносерийном массовом производстве.

Иностранная техника в дизелестроении, Сборник статей (НИДИ, книга 1), М. — Л.,

Машгиз, 1947, 95 стр. с черт., т. 3000, ц. 7 руб.

Содержание. Тенденция развития дизельной топливной аппаратуры (Обзор современных конструкций и патентной литературы). Немецкие двигатели M6V40/46 KBB и M9V40/45 CB конструкции фирмы MAN для подводных лодок. Аппараты автоматизированных дизельных установок.

Костецкий Б. И. и Ревис И. А., канд-ты техн. наук., Литейный биметаллический режущий инструмент, Свердловск, Машгиз, 1947, 27 стр. с илл. и черт., т. 3000, ц. 1 р. 25 к.

В книге описано изготовление литого биметаллического режущего инструмента способом заливки готовых пластинок из быстрорежущей стали углеродистой сталью или чугуном и способом заливки режущей части инструмента из быстрорежущей стали вокруг готового корпуса из углеродистой стали или чугуна.

Книга рассчитана на инженеров-инструментальщиков и литейщиков.

Покорный Б. М., Расчет коленчатого вала на крутильные колебания, М., Машгиз, 1947, 212 стр. с черт., т. 3000, ц. 8 руб.

В книге изложен расчет на крупные колебания коленчатых валов поршневых двигателей и демпферов, а также приведены краткие сведения по теории колебаний.

Книга рассчитана на инженеров-конструкторов, но может быть использована студентами втузов при изучении курса двигателей внутреннего сгорания.

Потягайло М. В., канд. техн. наук, доц., Изготовление глубоких и точных цилиндрических отверстий. Л.—М., Машгиз, 1947, 108 стр. с черт., т. 3000, ц. 5 руб.

Изложены основные вопросы технологии изготовления глубоких и точных цилиндрических отверстий диаметром свыше 20—30 мм путем сверления, расточки, протягивания, хонингования и приведены применяемые для этой цели конструкции и приспособления.

Книга предназначена для инженерно-технического персонала, но может быть полезной также для студентов втузов и техникумов как учебное пособие при изучении ими специальных разделов курса технологии машиностроения.

Талу К. А., Сервоприводы гусеничных машин, под ред. лауреата Сталинской премии М. К. Кристи, М., Машгиз, 1947, 131 стр. с черт., т. 2000, ц. 5 руб.

Книга содержит краткое описание конструкций и элементы расчета сервоприводов танков и самоходных артиллерийских установок. Рассмотрены принципы работы и дана оценка конструкций сервомеханизмов и сервоприводов в целом.

Книга является пособием для студентов втузов; может быть использована также инженерами и конструкторами заводов.

Фалькевич А. С. и Черняк В. С., Руководство по газовой сварке и резке (для курсов технического машиностроительной промышленности), изд. 4, перераб. М., Машгиз, 1947, 192 стр. с илл. и черт., т. 10 000, ц. 12 руб. в пер.

В руководстве, составленном в соответствии с программой начального курса обучения газосварщиков машиностроительной промышленности, дано общее понятие о сварке; рассмотрены виды сварки; применяемые при сварке горючие газы; аппаратура для сварки и резки; технология сварки различных металлов и технология газовой резки; приведены данные по контролю качества сварки; по организации рабочего места сварщика и ряд других материалов, необходимых для повышения квалификации рабочих.

Из прочитанного в советских технических журналах (1947 г.)

„Автогенное дело“ № 5

Статья Т. Н. Дубовой и Ф. И. Раздуй «О твердых наплавках из высокохромистой стали» содержит исследование по наплавке стали марки 18X14A на детали ковочного, штампового и обрезного кузнечного инструмента взамен дефицитной марки 30X14A. Произведенный опыт показал, что для получения наплавки высокой твердости сталь 18X14A может быть использована с покрытием, в состав которого входит графит в пределах 1—2% к весу сухой смеси.

В производственном отделе напечатаны следующие статьи:

Е. К. Алексеев «Автоматическая сварка газгольдеров больших габаритов». Дано описание работ на Игумновском заводе металлоконструкций Монтажно-сварочного треста Минтяжстроя по сварке газгольдеров для газификации Ленинграда. Диаметр газгольдера 3,25 м, длина 34,75 м, толщина металла 8—12 мм, вес газгольдера — 35 т. Сварка производится трактором ТС-6 конструкции института Электро-сварки АН УССР. Проволока для сварки — стандартная малоуглеродистой стали; флюс

состава ОСЦ-45 с пониженным содержанием плавленого шпата. Качество сварки хорошее.

Е. Д. Ленский «Сварка сферических регенерационных цистерн диам. 12 980 мм». В статье изложены технические условия и дано описание технологии изготовления цистерны.

Д. С. Балковец «Точечная и роликовая сварка нержавеющей стали типа 18-8». Автор дает обобщение результатов своих исследований заводского опыта и материалов иностранной литературы по малоосвоенному процессу точечной и роликовой сварки конструкционной и жароупорной стали.

С. В. Бегун «Новый тип головки бензосвара». Дано описание головки для сварки и пайки цветных металлов.

Г. С. Дубинский «Автогенная аппаратура, необходимая для изготовления стальных конструкций». В статье рассмотрены — ацетиленовые генераторы, машины, ручной инструмент и приспособления.

«Автомобильная промышленность» № 4

Р. В. Кугель в статье «Исследование влияния хромирования на износ поршневых колец и цилиндров» приводит результаты дорожных и стендовых испытаний на износ указанных деталей двигателя ЗИС-110. Эффект хромирования по снижению износа — положительный. Требуется, однако, лучшее освоение процесса хромирования, чтобы обеспечить высокое качество покрытия и постоянство свойств хромируемых деталей.

В статье М. И. Гензельовича «Ускорить внедрение порошковой металлургии в автомобильную промышленность» рассмотрены широкие перспективы этого вида металлургии для автомобилестроения. Автор предлагает усилить работы Центральной металлокерамической лаборатории при Оргавтопроме и создать небольшие лаборатории на каждом из вновь строящихся автозаводов.

«Известия Академии Наук СССР. Отделение технических наук» № 1

Статья акад. Н. Т. Гудцова и К. М. Гельфанда «Влияние кобальта на свойства быстрорежущей стали» содержит результаты исследования стандартной стали марки РФ1, к которой последовательно добавлялся кобальт в количестве до 16% при одинаковом содержании других элементов. Исследование показало, что для применения в промышленности может быть рекомендована быстрорежущая сталь, содержащая 10—12% кобальта.

В статье С. И. Губкина «Подобные условия деформации при обработке металлов давлением» теоретически и экспериментально показана несостоятельность «закона подобия» Кика. Автор установил, что сопротивление деформации зависит от величины объема деформируемого тела. Для определения влияния объема на величину работы деформации им предложена приближенная формула.

№ 2

Статья В. С. Пушкина «Сжигание мазута в слое керамической насыпки» является исследованием беспламенного сжигания мазута, выполненного в энергетическом институте АН СССР на опытной установке.

В статье А. К. Скрябина «Теплопередача и гидравлическое сопротивление в игольчатых газоподогревателях» рассмотрены результаты опытных работ автора по изучению теплопередачи, сопротивления и выявления наивыгоднейшей конструкции игольчатой поверхности.

«Котлотурбостроение» № 1

В статье Л. А. Гликмана и В. А. Степанова «Коррозионное растрескивание высокохромистой нержавеющей стали (ЭЖ2) под напряжением» изучен аварийный случай разрушения втулок (рубашек), насаживаемых под натягом на вал турбокомпрессора под угольным уплотнением.

Статья М. Ф. Сичикова, З. Д. Вишневого и Д. Л. Гинберга «Исследование усталости нержавеющей стали марки Х1 при повышенных температурах» содержит результаты проведенной работы лабораторией Уральского турбинного завода по изучению усталости стали указанной марки (материал для турбинных лопаток) в условиях действия температур от 20 до 600°.

«Сталь» № 3

В статье Л. И. Леви «Механические свойства кокильного стального литья» изложены результаты исследования различных факторов, влияющих на механические свойства стального литья: 1) площади сечения отливки, 2) зависимости прочности отливок от механического воздействия на кокиль (вибрации), 3) влияния подогрева кокиля. Исследование показало, что с уменьшением сечения отливки качество литья улучшается и что при заливке стали в кокили с более толстыми стенками и при применении вибраций прочность стали повышается. Подогрев кокиля при заливке отливок в пределах 20—400° мало влияет на механические свойства отливок.

Проф. Н. Ф. Тайц в статье «Основы рациональной технологии нагрева стали», пользуясь теоретическим расчетом режимов нагрева сталей, дает обобщающие выводы, позволяющие облегчить технологию нагрева сталей: сократить продолжительность нагрева и увеличить производительность нагревательных печей.

Статья М. Л. Чекановского «Новый способ карбюрации газа» излагает способ распыливания мазута, предложенный автором, при котором образуется паромазутная эмульсия.

В отделе «Информация и хроника» напечатаны следующие статьи и заметки.

В. И. Иванов и Г. П. Михеев «Радиационный пароперегреватель в мартеновской печи».

А. И. Неведущий «Применение графитизированной стали в узлах трения».

На заводах Мариуполя — им. Куйбышева, им. Ильича и «Азовсталь» эта сталь осваивается в качестве заменителя цветных антифрикционных сплавов в литом термически обработанном виде без горячей деформации (прокатки иликовки).

Испытание деталей из графитизированной стали на различных агрегатах (втулки роликов выводящих рольгангов пиллерстанов, вкладышей вала толстостенового стана и др.) дало по срокам службы и по качеству поверхностей сопряженных деталей высокие показатели.

Проф. М. М. Добротворский и Н. С. Массовер «Отливка в кокиль чугуновых и стальных соединительных муфт для прокатных станов». На основании опыта одного завода Уральский институт черных металлов разработал технологический процесс и более совершенную конструкцию кокиля для отливки названных изделий.

Проф. М. М. Добротворский и Массовер «Отливка центровых мартеновских изложниц в кокиль». Описание кокиля для отливки центровых изложниц вместо отливки в землю.

«Станки и инструмент» № 4

В статье С. М. Бенина «Новые типы металлорежущих станков» (начало) дана общая характеристика типов и моделей станков, выпущенных станкостроительными заводами СССР и подробно описаны много-резцовые токарные полуавтоматы завода «Красный пролетарий» для вагонных осей.

Н. И. Горбатов в статье «Мощность при резании металлов быстроходными пилами трения» вывел формулу для подсчета мощности резания пилами трения. Экспериментальной проверкой теоретических выводов в лаборатории резания Одесского индустриального института установлено достаточное совпадение опытной и расчетной мощностей.

В отделе «Из заводской практики» напечатаны следующие статьи и заметки.

З. И. Фельдштейн, С. М. Корбан, Ф. Я. Польшкова «Хромирование режущих инструментов». Исследованием (ГАЗ им. Молотова) процесса хромирования установлены оптимальные режимы для хромирования зуборезного, резьбо-нарезного и другого инструмента с применением минимальных толщин покрытия (3—5 м). устранением водородной хрупкости и т. п.

Е. О. Пешков «Напильники с тяжкими режущими полотнами». Описание конструкции таких напильников. П. В. Клигерт «Новое в автоматной технологии». Описание упора, монтирован-

ного на поперечном супорте вместе с отрезным резцом.

№ 5

В статье С. М. Бенина «Новые типы металлорежущих станков» (продолжение) рассмотрена характеристика много-резцового полуавтомата, модель 183.

Статья А. Н. Добровидова, А. М. Розенберга, Р. М. Яковлева «Литой режущий инструмент» содержит описание работ, проводимых авторами на Гомском инструментальном заводе по отливке резцов из быстрорежущей стали. Отливка производится в постоянные металлические формы под давлением (центробежное литье). Отливка получается точная, требующая лишь в дальнейшем шлифования и заточки. Структура инструмента после термической обработки отличается, как показали испытания, повышенной стойкостью в сравнении с обычным кованым инструментом из быстрорежущей стали.

В отделе «Из заводской практики» напечатаны следующие статьи и заметки:

Н. В. Ольховский и П. Ф. Донцов «Прогрессивная технология чистовой обработки стола и салазок карусельно-фрезерного станка». Описана технология чистовой токарно-карусельной обработки, исключающая необходимость шабровочной работы. Я. Я. Лычагин «Патроны для шлифования сегментами». Опыт с положительными результатами шлифования сегментами на универсальных заточных станках Томского завода режущих инструментов. В. Ф. Гушин «Новый вид приспособлений для обработки деталей с концентрическими поверхностями». Описание двух приспособлений: одного для шлифования наружной поверхности втулки, другого — для долбления зуба шестерни. Н. М. Степанов-Гребенников «Реставрация конусных отверстий шпинделей токарных станков». Предложение Н. П. Рубцова реставрировать отверстия шпинделей под конус Морзе в токарных станках вставлением конусной втулки.

«Строительная промышленность» № 2

В заметке Б. Е. Патона «Автоматизация возбуждения дуги при сварке под флюсом» дана электрическая схема возбуждения дуги для прерывистых швов с применением высокочастотного осциллятора М-3 (частота 176 000 гц). Разряд этого осциллятора надежно пробивает слой флюса толщиной около 1 мм.

Я. С. Голицын

Обзор иностранных журналов¹

КОНСТРУИРОВАНИЕ

Газовые турбины

Progress in development of gas turbines, „Chemical Engineering“, 1946, XII, vol. 53, № 12.

Прогресс в развитии газовых турбин. Общий обзор конструкций турбин и схемы типовых установок. Влияние различных элементов установки (регенератора, подогревателя, промежуточного охлаждения) на к. п. д.

2000 H.P. gas turbine operated at 1350° F on simple cycle „Power“, 1947, I, vol. 91, № 1.

Газовая турбина мощностью 2000 л. с., работающая при температуре 732°. Описание новой экспериментальной газовой турбины фирмы Вестингауз.

Seiprei C., Ein neuer Schriff in der Entwicklung der Verbrennungsturbine, „Brown Bowen Mitteilungen“, 1946, X, Bd. 33, № 10.

Результаты заводских испытаний газотурбинной установки мощностью 10000 квт с термическим к. п. д. 22,24%. Расчетные графики и характеристики турбины мощностью до 12000 квт.

Where gas turbine will fit future power fields, „Power“, 1947, I, vol. 91, № 1.

Новые области применения газовых турбин в будущих силовых установках. Описание опытного газотурбобуса мощностью 4000 л. с. Схемы газовых турбин для доменных воздуховодов и другого применения

A coal burning gas turbine, „Marine Engineering“, 1946, XII, vol. 51, № 12; „The Iron Age“, 1946, 19/IX, vol. 158, № 12.

Детали конструкции газовой турбины, работающей на угле. Особенности топливной системы для угольной пыли.

Двигатели внутреннего сгорания

Diesel engine on exhibit, „Motor Ship“ N. Y., 1947, I, vol. 32, № 1.

Описание новых моделей дизелей различных американских фирм.

British Diesel engine industry in 1946, „Gas and Oil Power“, 1947, I, vol. 42, № 496.

Английская дизелестроительная промышленность в 1946 г. Обзор новых моделей двигателей фирм Нэйшинел, Крослей и Перкинс.

Dual-fuel diesels. Greater flexibility and economy in running costs, „Automobile Engineer“, 1947, I, vol. 37, № 484.

Двигатели, работающие на газе и дизельном топливе с автоматическим и ручным переключением с одного топлива на

По материалам Центр. научн. техн. библиотеки Мин. тяж. и машиностроения и НТБ Мин. транспортного машиностроения.

другое. Преимущества и экономичность двигателей данного типа.

Shaw M. C., Nussdorfer T. J., Cylinder lubrication. A glass cylinder employed for visual study, „Automobile Engineer“, 1946, XII, vol. 36, № 483; „SAE Journal“, 1946, X, vol. 54, № 10.

Исследование смазки цилиндров на специальном двигателе со стенками из стекла. Описание приборов, техники экспериментирования и полученных результатов.

Per Wilson W., The history of the opposed piston marine oil engine, „Transactions of the Institute of Marine Engineer“, 1946, vol. 58, № 9 и 10.

История развития судового двигателя с разбегающимися поршнями. Обзор патентов на двигатели данного типа, начиная с простейшей конструкции 1874 г.

Hunsicker H. J., Kempf L. W., Aluminum alloys for bearings, „SAE Journal“, 1946, vol. 54, № 10.

Требования к материалам для подшипников двигателей и, в частности, к алюминиевым сплавам. Результаты испытания различных алюминиевых сплавов и, в том числе, сплава алюминий-олово.

Piston design, „Automobile Engineer“, 1946, XII, vol. 36, № 483.

Конструирование поршней для автомобильных и авиационных двигателей. Конструкции различных поршней, применяемые для них материалы и технология изготовления.

ТЕХНОЛОГИЯ

Литейное производство

Field N., Gravity die casting, „Machinery“, London, 1946, 28/XI, vol. 69, № 1781.

Отливка под давлением. Конструкция прессформ и регулирование температуры их во время отливки. Флюсование при литье под давлением.

Jackson J. F. B., High tensile alloy steel castings, „Foundry Trade Journal“, 1946, 26/IX, № 1571.

Высокопрочные отливки из легированной стали. Краткое содержание доклада на съезде литейщиков о способах производства отливок и контроле их качества.

Sanders L. W., Kain C. H., Experiments with a foundry test for the fluidity of molten steel, „Foundry Trade Journal“, 1946, 5/XII, № 1581; 19/XII, № 1583.

Испытания жидкой стали на текучесть непосредственно в литейном цехе. Описание результатов исследования с приложением графиков.

Shepard J. R., Olsen W. J., Mechanical pouring unit handles 11 tons per hour „The Iron Age“, 1946, 5/XII, vol. 158, № 23.

Агрегат для автоматической разливки производительностью 11 т/час. Описание

ние машины и эффективности ее применения при отливке тормозных колодок.

Ковка и штамповка

Schweizer C. J., Drop forgings for gas turbine applications, „Materials and Methods“, 1946, IX, vol. 24, № 3.

Горячая штамповка деталей газовой турбины: дисков, лопаток и др. Американские марки сплавов для лопаток турбин.

Brosheer B. C., Cemented carbides make die materials, „Machinist“ London, 1947, 11/1, vol. 90, № 40.

Применение твердых сплавов для оснащения матриц и пуансонов. Эффективность их применения.

Sheel forging press, „Iron and Steel“, 1946, XII, vol. 19, № 14.

Конструкция прессы дляковки 105 мм снарядов. Техническая характеристика прессы.

Brown, V., Better work at less cost from modern forging methods, „Production Engineering and Management“, 1946, XI, vol. 18, № 5.

Новейшие ковочные машины, дающие наилучшее качество при уменьшении себестоимости. Практикаковки в США в закрытых штампах.

Термообработка

Heat treatment. Subzero temperature applied to alloy carburizing steels, „Automobile Engineer“, 1946, XII, vol. 36, № 483.

Применение низкотемпературной термообработки для легированных цементуемых сталей. Результаты применения процесса для обработки форсунок Дизеля.

Heat treatment. Recent developments in G. W. B. electric furnaces and handling equipment, „Automobile Engineer“, 1946, XII, vol. 36, № 483.

Электрические печи для термообработки и оборудование для их загрузки. Описание установки для получения контролируемых атмосфер.

Rosenthal P. C. Manning G. K., Heat treatment of heavy cast steel sections, „Steel“, 1946, 18/XI, vol. 119, № 21.

Результаты исследования закалки тяжелых литых стальных деталей.

Donaldson J. W., Hardness and hardenability, „Metal Treatment“, 1946, Autumn, vol. 13, № 47.

Твердость и закаливаемость. Обзор новых американских исследований по вопросу закаливаемости, прочности и твердости. Влияние химического состава стали на ее закаливаемость.

Herb C. O., Automatic induction hardening of Ford starter ring gear, „Machine“, N. Y., 1946, XI, vol. 53, № 3.

Высокочастотная закалка стартерных шестерен двигателя на заводе Форд. Описание специальных приспособлений, аппаратуры и технологии, обеспечивающей закалку 180 шт. шестерен в час на одной установке.

Обработка металлов резанием

Mackinnon C. D., An adjustable parting tool and chip breaker, „Machinist“, 1947, 4/1, vol. 90, № 39.

Комбинированный инструмент—резец для обработки пазов на строгальных и долбежных станках с регулировкой на ширину обрабатываемого паза и стружколомом.

Tarex automatic screw machines, „Machinist“, London, 1947, 4/1, vol. 90, № 39.

Новый винторезный автомат фирмы Тарекс. Описание конструкции станка и данные о точности и производительности обработки.

Chotwood automatic Hob grinder, „Machinist“, London, 1947, 11/1, vol. 90, № 40.

Автоматический заточной станок для заточки червячных фрез. Техническая характеристика станка. Описание конструкции и данные о точности выполняемых работ.

Geason revacycle gear generator cuts tooth in one turn of cutter, „Machinist“, London, 1947, 11/1, vol. 90, № 40.

Новая модель зуборезного станка фирмы Глисон для нарезания конических шестерен с прямым зубом. Нарезка зуба за один оборот фрезы. Описание конструкции станка и его техническая характеристика.

МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ

Archer R. S., Alloy steels. An American postwar survey, „Iron and Steel“, 1946, XII, vol. 19, № 14.

Американские легированные стали послевоенного времени. Свойства сталей-заменителей и условия обработки, влияющие на их прочность.

Carlson J. R., The gas turbine in industry „Blast Furnace and Steel Plant“, 1946, VII, vol. 34, № 7.

Обзор новых сплавов для турбин, обладающих высокими механическими свойствами при высоких температурах.

Newell H. D., Properties and characteristics of 7% chromium-iron, „Metal Progress“, 1946, V, vol. 49, № 5.

Свойства и характеристики высокохромистого сплава. Данные о химическом составе, механических и конструктивных свойствах, полученные на основе обширных исследований и практики фирмы Бабкок и Вилькоккс.

КОНТРОЛЬ ПРОИЗВОДСТВА

Gallium thermometer. A direct reading instrument for use with high temperatures, „Automobile Engineer“, 1947, I, vol. 37, № 484.

Термометр, состоящий из кварцевой капиллярной трубки, наполненной чистым галлием, предназначенный для измерения температур в пределах $88 \div 1210^\circ$. Описание устройства и данные о точности измерения температуры.

Instrument uses supersonic vibrations to determine quality prior to welding, „Blast Furnace and Steel Plant“, 1946, IX, vol. 34, № 9.

Ультразвуковой прибор для определения качества металла перед сваркой. описа-

ние принципа действия и конструкции прибора для обнаружения дефектов внутри толстолистового металла.

Goddess E., Probability and quality control, „Machinist“ London, 1947, 4/I, vol. 90, № 39.

Контроль качества продукции в машиностроительных цехах массового производства. Применение статистических методов контроля при малых допусках на точность изготовления.

Timms C., Portable instruments check accuracy of turbine gears, „Machinist“ London, 1947, 11/I, vol. 90, № 40.

Портативные приборы для проверки точности изготовления больших шестерен турбин. Принципы действия приборов, описание конструкции и методов определения неточностей шага и других элементов.

Schweizerische Masswerkzeuge, „Techn. Rundschau“, 1946, 12/XII, № 28.

Обзор новейших измерительных инструментов швейцарского производства. Микрометры различных типов и в том числе со стрелочными указателями, регистрирующими устройствами и др.

Hays S., The application of statistical methods to inspection and quality control, „Factory Manager“, 1946, VI, vol. 15, № 146.

Применение статистических методов к контролю качества продукции. Основные сведения по теории статистических методов и практике применения их.

Buick's advanced practice in inspecting cylinders, „Machinery“, N. Y., 1945, XI, vol. 53, № 3.

Практика контроля точности обработки цилиндров на заводе Бьюик. Методы производственного контроля, применяемая аппаратура и достигаемая точность измерений.

Taylor D., Crack detection, The utility and limitations of the magnetic method, „Automobile Engineer“, 1946, VII, vol. 36, № 477.

Принципы магнитной дефектоскопии металлов. Возможности и ограничения для применения этого метода на практике.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Williams H. Y., Lighting for production, „Machinist“, London, 1946, 26/XII, vol. 90, № 38.

Новые методы освещения производственных помещений ртутными и флюоресцентными лампами. Схемы освещения специальных рабочих мест и отдельных пунктов при выполнении всевозможных операций. Расчет стоимости эксплуатации освещения и освещенности помещений при различных методах.

Barnes R. M., Effort can be measured, „Machinist“, London, 1947, 4/I, vol. 90, № 39.

Определение нормы выработки. Краткое описание результатов изучения производительности труда на американских предприятиях.

Conveyers increase efficiency of Ford piston line, „Machinist“, London, 1947, 11/I, vol. 90, № 40.

Увеличение производства поршней за счет широкого использования конвейеров в цехах завода Форда. Схема конвейеризации цеха и выбор типа конвейеров.

Muir H. A., Cost-record system for machine tools, „Machinery“, N. Y., 1946, X, vol. 53, № 2.

Учет эксплуатационных расходов на металлорежущее оборудование. Описание системы учета и ее преимуществ с приложением форм документации.

A new method of protecting machines for shipment or storage, „Machinery“, N. Y., 1946, X, vol. 53, № 2.

Новый метод предохранения машин от коррозии при консервации или транспортировке. Описание метода и технологии создания защитного покрытия.

Составил А. М. Каратыгин

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

Техн. редактор С. М. Попова

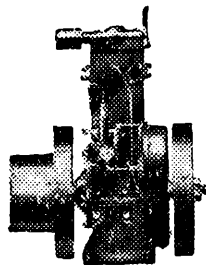
Сдано в произв. 12/VI 1947 г. 5 печ. л. + 1 вклейка 9 уч.-изд. л. Печ. зн. в 1 п. л. 60 000
А 66338. Тираж 400 экз. Подп. к печ. 24/VII 1947 г. Зак. 365 Ф. 70X108/16. Цена 8 руб.

13-я тип. треста „Полиграфкнига“ ОГИЗ при Совете Министров СССР. Москва, Демисонский, 30.

Цена 8 руб.

МОРСКИЕ, ПРОМЫШЛЕННЫЕ И ТРАКТОРНЫЕ ДИЗЕЛЯ

Ailsa Craig



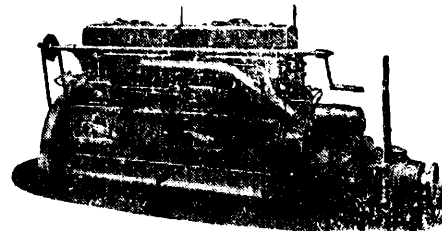
Инженеры и мастера, нуждающиеся в прочном и надежном силовом агрегате, могут всецело положиться на Эйlsa Крейг, наковая фирма в течение 50 лет занимается конструцией и изготовлением двигателей внутреннего сгорания. Помимо всего, агрегат этот эконо- мичен. Запрашивайте подробности и цены. Имеется ряд размеров от 10 до 100 т.л.с.

Промышленный дви-
гатель Дизеля Эйlsa
Крейг Рикардо

AILSAL CRAIG LTD.

46, Strand-on-the Green
Chiswick, London, W.4, Англия

Набеля: Ailsator, London



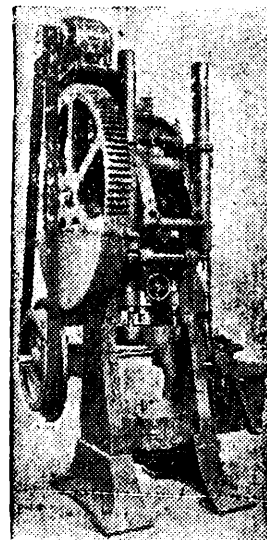
морской двигатель Дизеля Эйlsa Крейг Рикардо

АКЦ. О-ВО

ТЭЙЛОР И ЧАЛЛЕН

БИРМИНГГАМ 19, АНГЛИЯ

Типоразмер 4½
Глубоковытяжной
пресс двойного
действия



TAYLOR & CHALLEN LTD.
CONSTITUTION HILL
BIRMINGHAM 19, ENGLAND