

ВЕСТНИК МАШИНОСТРОЕНИЯ

9

**МАШГИЗ
1947**

СОДЕРЖАНИЕ

КОНСТРУИРОВАНИЕ

Стр.

<i>Костицын В. Т.</i> , д-р техн. наук, проф. — О наименьших размерах кулачковых механизмов	1
<i>Меськин В. С.</i> , д-р техн. наук, проф., <i>Шипулин П. П.</i> , канд. техн. наук, <i>Вайнштейн Г. М.</i> , канд. техн. наук и <i>Митренин Б. П.</i> , инж. — Плотные железокерамические детали машин	7
<i>Штерн Л. Т.</i> , инж. — Применение сварных конструкций при изготовлении основных деталей токарных станков	18

ТЕХНОЛОГИЯ

Обработка резанием

<i>Белецкий Д. Г.</i> , канд. техн. наук — Влияние условий обработки на микрогеометрию поверхности при отделочном точении	27
---	----

Литейное дело

<i>Поплавский И. А.</i> , инж. — Опытные центробежные отливки полого инструмента из инструментальной стали	39
<i>Леви Л. И.</i> , канд. техн. наук, доц — Производство фасонного стального литья в Германии во время второй мировой войны	41
<i>Красовицкий В. С.</i> , канд. техн. наук — Производство крупных отливок в кокильных формах с обмазкой	47

Кузнечно-штамповочное производство

<i>Зобнин Б. Ф.</i> и <i>Добужский Б. Л.</i> , инж.-ры — Карусельные печи для нагрева стали под штамповку	50
<i>Борц М. Г.</i> , инж. — Штамповка дизельных коленчатых валов	54

Заметки технолога

Цементация в электрических печах различных типов — инж. <i>А. А. Юргенсон</i> . .	56
Тюбинги для метро без механической обработки — инж. <i>С. Ф. Горбунов</i> . . .	57

(Окончание содержания см. на 3 стр. обложки)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

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

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

ИЗДАТЕЛЬ МАШГИЗ МИНИСТЕРСТВА ТЯЖЕЛОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ СССР

КОНСТРУИРОВАНИЕ

О наименьших размерах кулачковых механизмов

Д-р техн. наук, проф. В. Т. КОСТИЦЫН

Методы кинематического анализа и синтеза кулачковых механизмов, по предельному значению угла давления, хорошо разработаны и освещены в литературе [1]. Однако определение этими методами минимального радиуса кулачка позволяет установить только наименьшие размеры кулачка, оставляя открытым вопрос о нахождении наименьших размеров кулачкового механизма в целом.

Для проектирования рабочих машин и машин автоматов необходимо знать условия, определяющие наименьшие размеры всей конструкции механизма, с сохранением исходных динамических и кинематических характеристик. Данная статья посвящена решению этой задачи для кулачкового механизма с поступательно-двигающимся ведомым звеном (штангой).

При движении штанги вверх под действием кулачка (рис. 1) будем считать суммарное сопротивление направленным вниз вдоль ее продольной оси.

Обозначая сумму внешнего сопротивления, силы тяжести и силы инерции Q , имеем

$$Q = F + G \pm ma.$$

Согласно рис. 1 напишем уравнения равновесия штанги:

$$-P \cdot \sin \gamma + N_1 - N_2 = 0;$$

$$P \cdot \cos \gamma - T_1 - T_2 - Q = 0;$$

$$P \cdot \sin \gamma (l + y) + Q \frac{d}{2} + T_2 d - N_1 l - P \cdot \cos \gamma \frac{d}{2} = 0.$$

Принимая во внимание, что $T_1 = N_1 f$ и $T_2 = N_2 f$ и решая эти уравнения относительно P , получим

$$P = \frac{Ql}{l \cdot \cos \gamma - \sin \gamma \cdot f(2y + l - fd)}.$$

Самозаклинивание штанги произойдет при

$$l \cdot \cos \gamma - \sin \gamma f(2y + l - fd) = 0. \quad (1)$$

В дальнейшем условимся называть угол давления, при котором происходит самозаклинивание штанги, критическим углом давления. Он определяется по уравнению (1) как

$$\operatorname{tg} \gamma_k \geq \frac{l}{f(2y + l - fd)}. \quad (2)$$

Если штанга опускается под действием профиля кулачка (случай пазового кулачка) и сопротивление Q направлено вверх, то критический угол давления путем аналогичных рассуждений получается равным

$$\operatorname{tg} \gamma_k \geq \frac{l}{f(2y + l + fd)}. \quad (3)$$

Выражения (2) и (3) показывают, что при прочих равных условиях критический угол давления при опускании штанги под действием кулачка меньше, чем при подъеме. Зоны заклинивания на рис. 2 выделены штриховкой.

В большинстве случаев влияние величины fd , учитывающей поперечные размеры штанги, составляет десятые доли процента, что позволяет с достаточной для практики точностью считать критический угол давления при подъеме и опускании штанги равным

$$\operatorname{tg} \gamma_k \geq \frac{l}{f(y + l)}.$$

Когда штанга на отдельных участках движения перемещается под действием осевой силы Q , то самозаклинивание невозможно ни при каком угле γ , и вопрос о самозаклинивании может не рассматриваться. Залегая по рис. 1 $y = H + r - S$, получим

$$\operatorname{tg} \gamma_k = \frac{b}{f(H + r + b - S)},$$

где H — размах штанги;

r — радиус каточки;

$$b = \frac{l}{2};$$

S — перемещение штанги от крайнего нижнего положения.

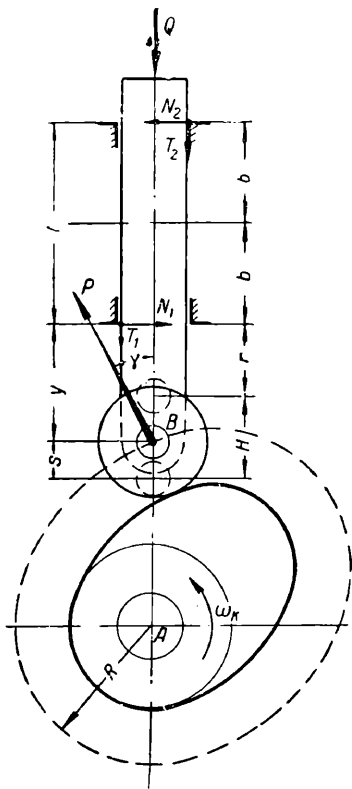


Рис. 1

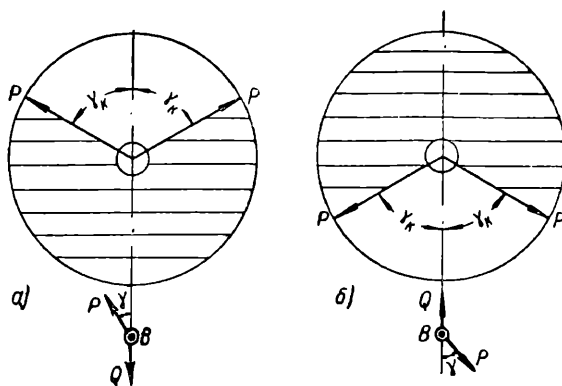


Рис. 2.

а — подъем штанги; б — опускание штанги

Для надежной работы механизма необходимо, чтобы фактический угол давления, обусловленный профилем кулачка, в любом положении штанги был всегда меньше критического угла давления. Обозначая первый через γ , будем называть в дальнейшем отношение тангенсов критического и фактического углов давления коэффициентом запаса против самозаклинивания, который определится как

$$\delta = \frac{\operatorname{tg} \gamma_k}{\operatorname{tg} \gamma}.$$

Коэффициент запаса связан с мгновенным значением к. п. д. простой зависимостью [2]

$$\eta = 1 - \frac{1}{\delta}.$$

Эта связь представлена графиком на рис. 3. Следуя от частных условий работы механизма и желаемой величины к. п. д., заданной

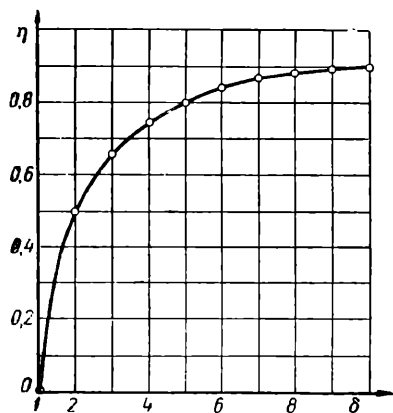


Рис. 3

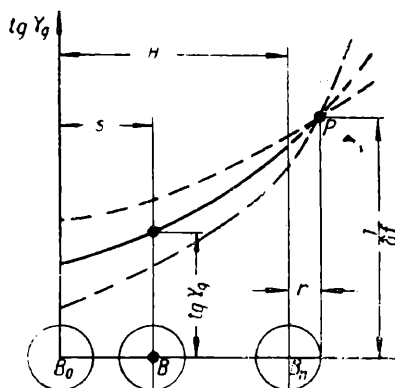


Рис. 4

величиной коэффициента запаса δ , и тогда допускаемый угол давления определится как

$$\operatorname{tg} \gamma_0 = \frac{b}{\delta f (H + r + b - S)}. \quad (4)$$

Изследование уравнения (4) показывает, что $\operatorname{tg} \gamma_0 = F(S)$, при различных значениях b представляет собою пучок кривых, пересекающихся в одной точке с координатами $S = H + r$ и $\operatorname{tg} \gamma_0 = \frac{1}{\delta f}$, как показано на рис. 4.

Наименьшее значение допускаемого угла давления будет при $S = 0$, что соответствует крайнему нижнему положению штанги, при этом

$$\operatorname{tg} \gamma_0 = \frac{b}{\delta f (H + r + b)}. \quad (5)$$

Для центрального кулачкового механизма (рис. 1) угол давления в произвольной точке профиля кулачка есть

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{d\rho}{\varphi \rho} = \frac{dS}{\varphi (R + S)} = \frac{v}{\omega (R + S)},$$

где v — скорость штанги;

ω — угловая скорость кулачка;

R — минимальный радиус теоретического профиля;

S — перемещение штанги.

Максимальное значение угла давления будет при $\frac{d \cdot \operatorname{tg} \gamma}{d \rho} = 0$, что соответствует

$$S = \frac{v^2}{a} - R.$$

В этом случае

$$\operatorname{tg} \gamma_{\max} = \frac{a}{v \cdot \omega}, \quad (6)$$

где a — ускорение штанги.

Для нормальной работы кулачкового механизма поставим исходное требование, состоящее в том, чтобы на всем протяжении перемещения штанги максимальный угол давления был всегда меньше или равен допускаемому углу давления в начальный момент движения штанги.

Для выполнения такого условия необходимо и достаточно, чтобы

$$\operatorname{tg} \gamma_{\max} \leq \operatorname{tg} \gamma_0$$

или на основании уравнений (5) и (6)

$$\frac{d}{dS} \left(\frac{v}{\omega} \right) \leq \frac{b}{\delta f (H + r + b)}. \quad (7)$$

Уравнение (7) позволяет определять зависимость между минимальным радиусом теоретического профиля кулачка и длиной опорной части направляющей

$$F(R, b) = 0.$$

Считая заданными закон движения штанги $v = f(S)$, ее размах H , радиус каточка r , коэффициенты запаса δ и трения f , строим (рис. 5)

график $\frac{v}{\omega} = f(S)$.

Проводим из произвольной точки A касательную AK к кривой $\frac{v}{\omega} = f(S)$, а из точки B_0 , начального положения штанги, — наклонные прямые B_0B_1 и B_0B_2 под углом ϕ , где

$$\operatorname{tg} \phi = \delta f.$$

Из точки D проводим линию, параллельную касательной AK до пересечения с прямой B_0B_1 в некоторой точке C . Вертикаль через точку C до пересечения с прямой B_0B_2 дает точку E .

Отрезок CE определяет длину опорной части направляющей $l = 2b$, соответ-

ствующую заданному коэффициенту запаса δ при минимальном радиусе теоретического профиля $R = AB_0$.

Действительно, из рассмотрения правой части чертежа находим, что

$$\operatorname{tg} \gamma_{\max} = \frac{CC_1}{C_1D},$$

но

$$C_1 D = C_1 B_0 + B_0 B_n + B_n D = CG + H + r$$

и

$$CC_1 = \frac{CG}{\operatorname{tg} \psi} = \frac{CG}{\partial f} ;$$

следовательно,

$$\operatorname{tg} \gamma_{\max} = \frac{CG}{\partial f (H + r + CG)} .$$

Сравнивая с уравнением (5), устанавливаем, что $CG = b$, т. е. $CE = l$.

Производя такие же построения для нескольких положений точки A , получим ряд значений минимального радиуса R и длины опорной части направляющей, определим тем самым зависимость $R = f(b)$, представленную графиком рис. 6. Последний показывает, что чем больше длина опорной части направляющей, тем меньше может быть взят минимальный радиус кулачка, и с увеличением его — уменьшается

длина опорной части при сохранении заданного коэффициента запаса против samozаклинивания. Любое сочетание R и b , взятых по графику, будет удовлетворять исходным условиям проектирования. Для компактности конструкции размеры R и b желательно выбирать так, чтобы габариты механизма имели наименьшую величину.

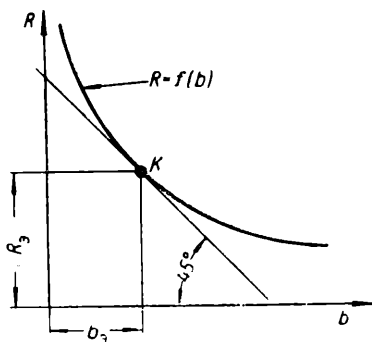


Рис. 6

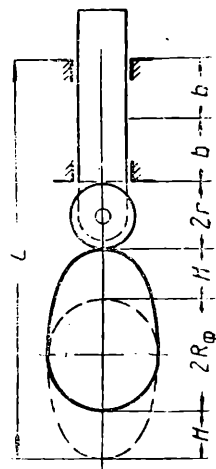


Рис. 7

Из рис. 7 находим, что вертикальный габаритный размер механизма равен

$$L = 2(H + R_\phi + r + b).$$

Заменяя $R_\phi + r = R$, получим

$$L = 2(H + R + b). \quad (8)$$

Условие наименьшего габарита будет

$$\frac{dL}{db} = 0 \quad \text{или} \quad \frac{dR}{db} = -1, \quad (9)$$

и отсюда определяется наименьшее значение суммы размеров

$$Z_{\min} = (R_0 + b_0).$$

Для нахождения значений R_0 и b_0 , удовлетворяющих условию наименьшего габарита, проводим к кривой $R = f(b)$ на рис. 6 касательную под углом 45° .

Точка касания K дает значения $R_{\min}$ и b_0 , удовлетворяющие условию (9), устанавливая наименьшее значение габаритного размера L .

Таким же путем можно найти наименьшее значение суммы размеров $Z = y_0 + b$ для дезаксиального механизма (рис. 8). Здесь отыскание зависимости $y_0 = f(b)$ сводится к построениям, указанным на

рис. 9. Они отличаются от рассмотренных тем, что положение точки A , определяющей значение R , надо брать на прямой, параллельной линии движения штанги и отстоящей от нее на величину дезаксиала e .

Определив зависимость $y_0 = f(b)$ и минимальное значение суммы $Z_{\min} = (y_0 + b)_{\min}$, находим минимальный радиус теоретического профиля кулачка

$$R_{\min} = \sqrt{y_0^2 + e^2}$$

Наименьшие габариты механизма могут быть найдены и аналитическим путем, если движение штанги задано не графиком, а уравне-

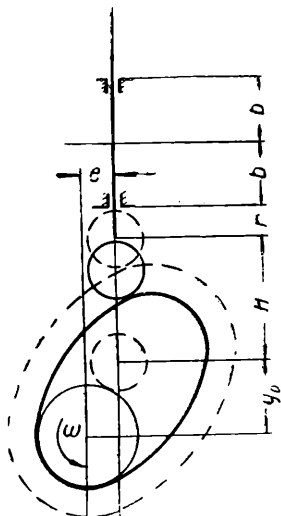


Рис. 8

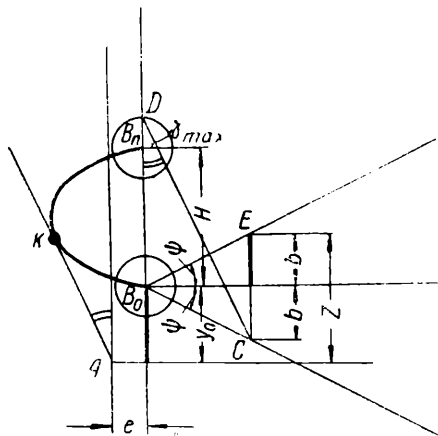


Рис. 9

нием. Пусть штанга центрального кулачкового механизма совершает подъем на величину H с постоянной скоростью при повороте кулачка на угол φ . Тогда скорость движения штанги при подъеме будет

$$v = \frac{H \cdot \omega}{\varphi} = \text{const.}$$

Угол давления в произвольной точке профиля

$$\text{tg } \gamma = \frac{H}{\varphi (R + S)}.$$

Наибольшее значение его соответствует начальному моменту движения штанги при $S=0$

$$\text{tg } \gamma_{\max} = \frac{H}{\varphi R}.$$

Приравняв наибольшее значение фактического угла давления, наименьшему значению допускаемого угла давления [уравнение (5)], получим функциональную зависимость $R = f(b)$ в виде

$$\frac{H}{\varphi \cdot R} = \frac{b}{\delta f (H + r + b)},$$

откуда

$$R = \frac{H \delta f (H + r + b)}{\varphi \cdot b}. \quad (10)$$

Выполняя условие наименьшего габарита $\frac{dR}{db} = -1$
[формула (9)], имеем

$$b = \sqrt{\frac{H\delta f (H+r)}{\varphi}}. \quad (11)$$

Подставляя значение b в уравнение (10), получим наименьшее значение суммы размеров

$$Z_{\min} = R + b = 2 \sqrt{\frac{H\delta f (H+r)}{\varphi}} + \frac{H\delta f}{\varphi}.$$

Применяя равенство (8), найдем наименьшее значение габаритного размера

$$L_{\min} = 2 (H + Z_{\min})$$

и после подстановки выражения (11) имеем окончательно

$$L_{\min} = 2H \left[\frac{\delta f}{\varphi} \left(2 \sqrt{\frac{(H+r)}{H} \cdot \frac{\varphi}{\delta f}} + 1 \right) + 1 \right].$$

Аналогичным путем могут быть получены значения минимального габарита и для других законов движения штанги.

Различные методы определения наименьших габаритов кулачкового механизма изложены в работе автора [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Артоболевский И. И., Курс теории механизмов и машин, Гостехиздат, 1945.
2. Добровольский В. В., Теория механизмов, Машгиз, 1946.
3. Костицын В. Т., Методы расчета наименьших размеров кулачковых механизмов, Сборник трудов семинара по теории механизмов и машин, Ин-т Машиноведения АН СССР, т. III, 1947.

Плотные железокерамические детали машин

Д-р техн. наук, проф. В. С. МЕСЬКИН, канд. техн. наук П. П. ШИПУЛИН,
канд. техн. наук Г. М. ВАЙНШТЕЙН и инж. Б. П. МИТРЕНИН

Изготовление деталей машин из железного порошка — железокерамика — является наиболее молодой отраслью металллокерамики (порошковой металлургии). Промышленное применение методов порошковой металлургии железа впервые нашло себе место в СССР и США при изготовлении пористых подшипников [1, 2]. В СССР способ изготовления пористых железо-графитовых («воизитовых») подшипников был разработан ЦНИИТМАШ по предложению инж. Р. Р. Копржива [2]. Помимо «воизитовых» подшипников, М. Ю. Бальшин и Н. Г. Короленко [6] разработали рецептуру и методику получения пористого антифрикционного металллокерамического чугуна.

Подшипники, имеющие пористость 20—40%, и фильтры, пористость которых составляет около 50%, являются характерными образцами пористых металллокерамических изделий. Механические свойства керамического железа, имеющего такую пористость, невысоки: его сопротивление разрыву не превышает 8—16 кг/мм².

В последнее время получило значительное распространение массовое производство металлокерамических железных и стальных деталей машин. Так, в 1941 г. железокерамические шестеренки масляного автомобильного насоса стали в США стандартными деталями при производстве автомобилей [1]. Эти изделия имеют более высокую плотность, чем подшипники. Количество пор в них не превосходит 10—17%, почему их можно условно назвать «полуплотными». Механические свойства таких изделий выше, чем «пористых»: сопротивление разрыву у них равно 18—24 кг/мм².

Особенно быстро развивалось производство железокерамики во время второй мировой войны в связи с недостатком сырья, станков, квалифицированных рабочих и т. п. К 1943 г. из железного порошка в большом количестве производили всевозможные втулки, шестерни, колодки, защелки, кулачки, детали измерительных инструментов, полюсные наконечники, детали стрелкового вооружения, боеприпасов и т. п. [5]. По своим механическим свойствам большинство этих изделий приближается к компактным, изготавливаемым путем литья иликовки из малоуглеродистого проката. Пористость этих деталей не превышает 5—8%, почему их можно назвать плотными. Удельный вес их колеблется от 7,2 до 7,5 г/см³ и выше, сопротивление разрыву от 24 до 30 кг/мм².

В настоящей статье описаны условия получения, свойства и некоторые технологические вопросы производства плотных и полуплотных железокерамических деталей машин. Для более подробного ознакомления с порошковой металлургией и железокерамикой отсылаем читателей к соответственной литературе [7, 9, 10, 11, 12, 13, 14].

Методика исследования. Во всех опытах применялся один и тот же электролитический железный порошок, перед употреблением подвергавшийся восстановительному отжигу в водороде при 750° в течение 1,5 час., после чего содержание металлического железа в нем повышалось до 99%. Порошок просеивался через сито 200 меш. Для изучения влияния качества исходного материала брались также другие сорта железного порошка.

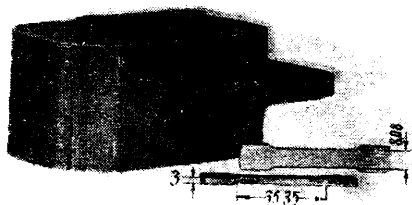


Рис. 1 Плоские разрывные образцы и прессформы для их прессования

Первоначально образцы прессовались в разъемных прессформах. Однако первые же опыты показали, что прессформы должны быть сплошными. Разъемные прессформы при высоких давлениях прессования подвергаются сильной упругой деформации, что вызывает повреждение нижних слоев изделий, даже при значительном конусе выхода. Недопустимы также острые

углы в полости матрицы, приводящие к концентрации напряжений и чаще всего вызывающие поломку прессформ. Поэтому отверстие в матрице для прессования образцов Менаже имело округлые очертания, благодаря чему можно было доводить давление прессования до 12 т/см² и выше. Разрывные плоские образцы также изготавливались непосредственно прессованием без механической обработки. Прессформа и образцы показаны на рис. 1.

Для испытаний на изгиб служили бруски сечением 10 × 10 мм, расстояние между опорами которых составляло 30 мм. Микротвердость порошков измерялась вдавливанием алмазной пирамиды под нагрузкой 16,5 г на приборе Ганнемана. Образцы для испытания микротвердости готовились запрессовыванием порошка в бакелит, после чего их поверхность шлифовалась и полировалась. Удельный вес образцов определялся путем расчета, основанного на их размерах и весе. Так

как форма образцов была геометрически правильной, то этот способ давал меньшую ошибку, чем все другие (из-за наличия пор). Образцы спекались в сухом водороде в лабораторной силитовой печи непрерывного действия (рис. 2), снабженной автоматическим терморегулятором и холодильником; в последнем образцы, находясь в защитной атмосфере, охлаждались до комнатной температуры.

Влияние исходного материала. Качество исходного материала оказывает большое влияние на свойства железокерамических изделий. Порошки, содержащие много окислов, плохо прессуются, и изделия из них обладают низкими механическими свойствами. С уменьшением содержания окислов механические свойства спеченного материала сильно возрастают, особенно сопротивление разрыву, как это видно из табл. 1. Таким образом исходный порошок должен быть по возможности чистым.

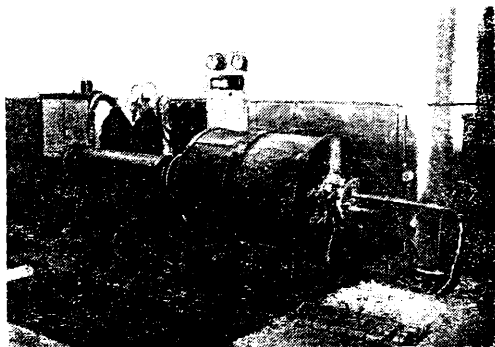


Рис. 2. Силитовая лабораторная печь непрерывного действия для спекания железокерамических изделий

Таблица 1

Влияние качества железного порошка на свойства железокерамических изделий

Условия изготовления	Характеристика порошка	Свойства изделий			
		удельный вес г/см ³	сопротивление разрыву кг/мм ²	ударная вязкость кгм/см ²	твердость H _B
Без допрессовки	Окисленный, 90,3% Fe _{металл}	5,21	5,7	0,43	31
	Довосстановленный, 98,6% Fe _{металл}	5,69	12,7	0,55	67
С допрессовкой и повторным спеканием	Окисленный, 90,3% Fe _{металл}	6,80	8,1	1,33	81
	Довосстановленный, 98,0% Fe _{металл}	7,10	20,5	1,66	99

Большую роль играет характер загрязнений; опыты с железным порошком, в который перед прессованием вводились различные загрязняющие добавки, показали, что механические свойства особенно заметно ухудшаются от инертных примесей, не восстанавливающихся при спекании, например SiO₂. Примесь легко восстанавливаемых окислов, например Fe₂O₃, оказывает менее заметное действие. Это видно из рис. 3, изображающего зависимость между сопротивлением изгибу и содержанием примесей. Добавки вводились в виде тонкого порошка, просеянного через сито 200 меш, и перемешивались в смесителе с железным порошком в течение 12 час. Образцы прессовались при давлении 4 т/см² и спекались в атмосфере водорода в течение 30 мин. при 830°.

Не менее важным фактором является сопротивление зерен порошка деформированию при сжатии. Микротвердость и микроструктура зерен

порошка дают возможность контролировать качество исходного материала и судить о пригодности его для прессования изделий. Это иллюстрируется данными табл. 2 и микрофотографиями, приведенными на рис. 4. Наиболее благоприятное сочетание свойств оказалось у электролитического железа Э-88 (рис. 4, а). Зерна его — компакты, округлой формы и имеют такую же микротвердость, как у феррита; на двух зернах видны отпечатки, полученные при измерении микротвердости. Твердость зерен восстановленного железа 21 и 34 ниже; это так же, как и губчатое строение зерен (рис. 4, б), ухудшает качество порошка и структуру изделий из него. Особенно вредно присутствие остаточных окислов внутри неполностью восстановившихся зерен порошка. Такие окислы имеют вид темных включений (рис. 4, в), обладающих микротвердостью около 70 кг/мм². Этих включений особенно

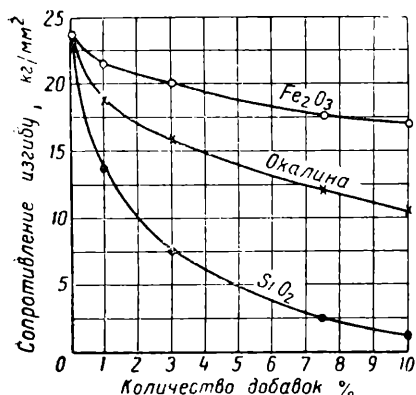


Рис. 3. Зависимость сопротивления изгибу от содержания в железном порошке загрязняющих добавок

много в порошке 34, вследствие чего он оказался недоброкачественным, несмотря на его прекрасный серебристо-серый внешний вид. Микротвердость большая, чем 50 кг/мм², делает железный порошок мало пластичным и практически непрессуемым. Повышенная микро-

Таблица 2

Влияние твердости зерен железного порошка на прессуемость и свойства железокерамических изделий

Обозначение порошка	Сорт порошка	Поведение при прессовании без связи	Микротвердость ¹ кг/мм ²		Усадка при спекании в течение 45 мин. при 830°, %	Удельный вес образцов, спрессованных при давлении 8 т/см ² после спекания	Сопротивление изгибу, кг/мм ²	Твердость R _ε
			металлических зерен	включений окислов				
Э-88	Электролитический, отожженный	Прессуется хорошо	29	Нет	0,6	7,0	48,1	81
21	Восстановленный из окалины	То же	24	68	0,2	6,2	24,4	48
34	Восстановленный из окиси (недостаточное восстановление)	Прессуется не вполне удовлетворительно	22	71	0,0	5,5	16,1	62
45	Чугунный	Прессуется плохо	48	—	Размеры увеличились	5,2	1,5	—
Э-1	Электролитический, неотожженный	Почти совершенно не прессуется	78	—	—	—	—	—
33	Карбонильный с частицами сферической формы	Не прессуется	100	—	—	—	—	—

¹ Для сравнения можно указать значения микротвердости у составляющих отожженного образца Ст-20: феррит — 28,3 кг/мм²; перлит — 47,5 кг/мм².

твердость порошка может вызываться насыщением его водородом, сильным наклепом и присутствием карбидов или других твердых составляющих.

Таким образом, помимо чистоты металла, зерна порошка должны иметь¹ микротвердость, близкую к микротвердости компактного феррита, т. е. около 30 кг/мм², при нагрузке 16,5 г.

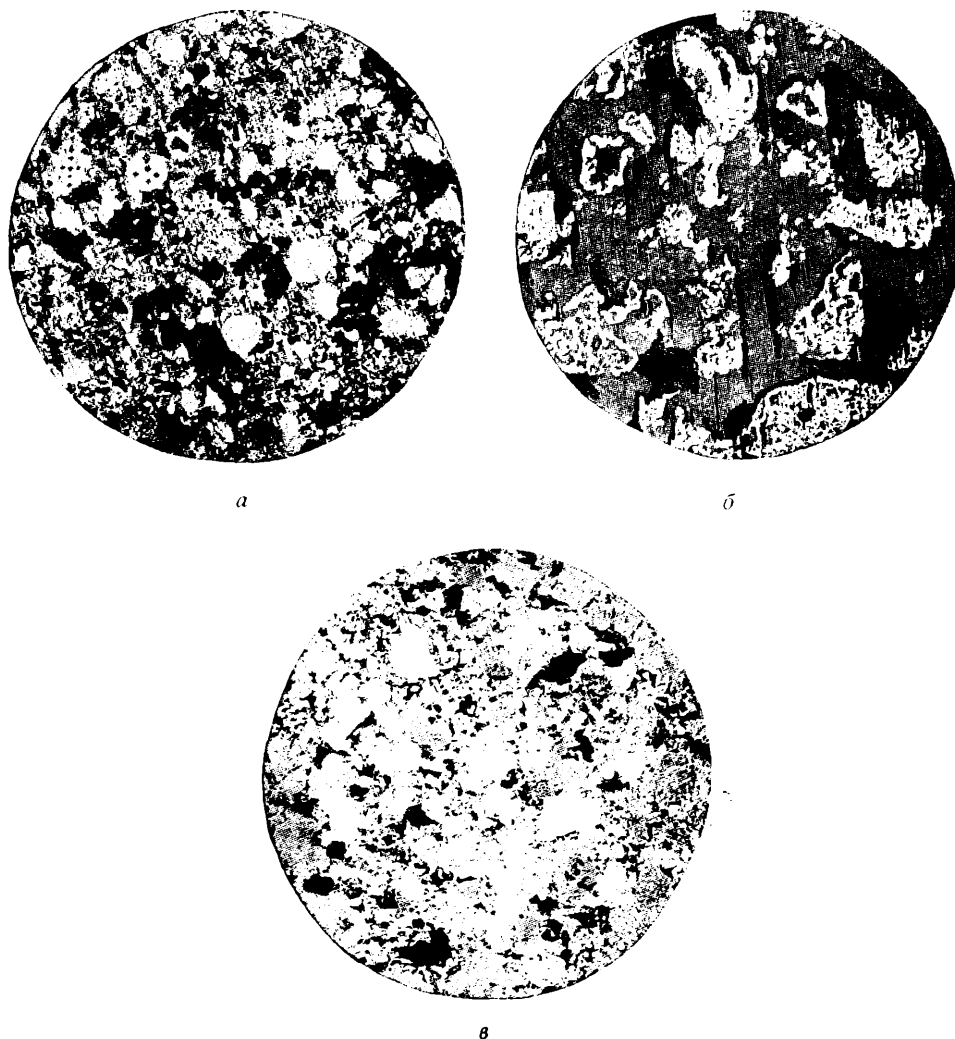


Рис. 4. Микрофотографии железного порошка; не травлено. $\times 100$

Влияние давления прессования. Наибольшее влияние на свойства железокерамического материала, изготовленного из одного и того же порошка, оказывает давление прессования. В наших опытах оно изменялось от 2 до 12 т/см²; основные результаты, полученные при этом, представлены на рис. 5. Спрессованные образцы спекались при 1200° в течение 1,5 часа.

Из приведенной на рис. 5 кривой видно, что по мере повышения давления прессования усадка при спекании заметно уменьшается, вследствие того что плотность материала при этом возрастает. Вели-

¹ Значения микротвердости феррита и железных порошков, полученные авторами, весьма низки. Исследования Стейница показали, что микротвердость чистых железных порошков соответствует твердости по Бринелю чистого железа. *Ред.*

чину усадки необходимо учитывать при проектировании прессформ; при этом следует иметь в виду и то, что усадка зависит также от условий спекания и свойств исходного материала.

Удельный вес с повышением давления прессования, естественно, возрастает. В прямой зависимости от давления прессования находятся

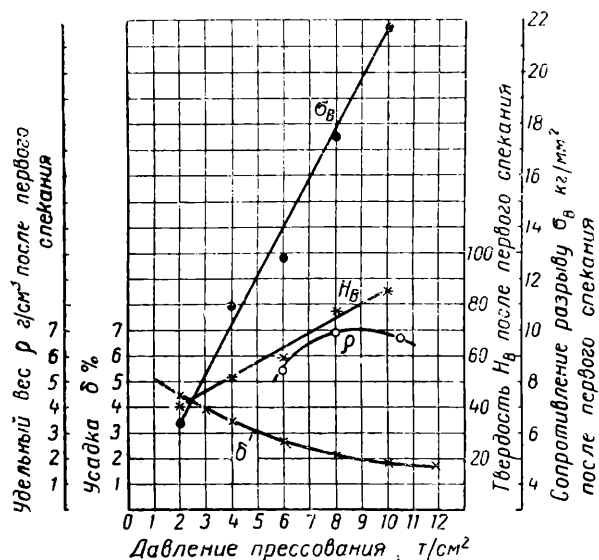


Рис. 5. Зависимость свойств железокерамических изделий от давления прессования

и все показатели прочности. Твердость по Бринелю после первого спекания с повышением давления возрастает с 40 до 80 кг/мм² (при нагрузке 750 кг и диаметре шарика 5 мм). Это вполне понятно, так как на прессе Бринеля мы измеряем макроскопическую, т. е. среднюю твердость материала, зависящую от пористости: чем больше пор, тем меньшей будет средняя твердость материала и тем меньше будет сказываться на последней микротвердость частиц исходного материала.

С повышением давления резко возрастает сопротивление разрыву и сжатию, а также повышаются пластические свойства. В соответствии с этим давление первого прессования следует выбирать в зависимости от требуемых свойств. Для пористых изделий, к прочности которых особых требований не предъявляется, достаточно давление от 2 до 6 т/см². Изделия полуплотные, которые наряду с пористостью должны обладать определенной прочностью, надо прессовать при давлении от 6 до 10 т/см². Из рис. 5 видно, что при дальнейшем повышении давления прессования, сверх 10 т/см², плотность материала после первого спекания не только не увеличивается, но даже несколько уменьшается. Это связано как с возникновением упругого последействия, так и с физико-химическими процессами, происходящими во время спекания, — рекристаллизацией, газообменом. Если исключить влияние процессов, происходящих при спекании, то, как показали расчеты, плотные изделия при однократном прессовании можно было бы получать, только повысив давление прессования до 35—40 т/см², что пока еще практически недостижимо. Поэтому для получения плотных изделий, с пористостью не более 5—8%, необходимо применять допрессовку, т. е. повторное прессование спеченных изделий.

Влияние допрессовки и повторного спекания. Из табл. 3, в которой приведены основные результаты наших исследований, видно, что после допрессовки твердость резко повышается и доходит до 130—140 ед. в связи с большим уплотнением и наклепом материала. Одновременно увеличивается общая прочность материала, а именно повышаются его пределы прочности, упругости и текучести. Однако пластические свойства материала при этом ухудшаются. Вторичное спекание, снимая наклеп, уменьшает твердость (допрессованного материала) до 90—100 ед. и несколько снижает прочность, но значительно повышает его вязкость и пластичность.

Изменение ударной вязкости, в зависимости от условий изготовления материала, представляет особый интерес. После первого спекания

**Влияние допрессовки и повторного спекания на свойства
железокерамических образцов**

Технология изготовления						Свойства образцов (средние данные)								
давление первого прессования, т/см ²	первое спекание		давление допрес- совки, т/см ²	второе спекание		удельный вес, г/см ³	твердость <i>H_V</i> кг/мм ²	ударная вязкость кгм/см ²	результаты испытаний на растяжение					предел прочности при сжатии, кг/мм ²
	температура °C	продолжитель- ность, час.		температура °C	продолжитель- ность, час.				σ_b кг/мм ²	σ_S кг/мм ²	σ_P кг/мм ²	δ %	ϕ %	
8	1200	1,5	—	—	—	6,7	75	0,74	17,5	13,0	12,3	3,8	—	165
10	1200	1,5	—	—	—	6,8	85	0,84	22,0	13,5	12,2	3,9	—	171
8	1200	1,5	8	—	—	7,1	134	0,46	26,3	22,4	21,2	—	—	—
8	1200	1,5	8	1200	1,5	7,0	103	1,51	26,0	16,5	16,1	7,0	—	186*
10	1200	1,5	10	1200	1,5	7,4	121	2,50	29,9	17,5	15,0	16,8	12,0	186*

* При испытаниях на сжатие образцы трещин не дали.

она, хотя и возрастает с повышением давления прессования, но не превышает 1 кгм/см², даже при давлении 10 т/см². Такой материал может, следовательно, применяться только для изделий пористых и полуплотных, не испытывающих ударных нагрузок.

Без второго спекания допрессовка, естественно, не улучшает пластических свойств и вязкости, а, наоборот, вследствие наклепа ударная вязкость снижается до 0,5 кгм/см². После же второго спекания допрессованного изделия, когда наклеп снижается и получается гораздо лучшее сваривание частиц плотнее спрессованного материала, его ударная вязкость сильно повышается; повышение вязкости пропорционально давлению прессования — как первого, так и допрессовки и при давлении в 10 т/см² доходит до 2,6 кгм/см². В некоторых случаях была достигнута ударная вязкость даже 3,7 кгм/см². Плотный железокерамический материал, имеющий такую ударную вязкость, безусловно, пригоден для многих изделий, испытывающих ударную нагрузку.

Интересно, что по абсолютной величине достигнутая нами ударная вязкость железокерамического материала выше, чем ударная вязкость технически чистого компактного железа с повышенным содержанием кислорода, которая при 0,07—0,2% кислорода колеблется в пределах 1,5—2 кгм/см² [15]. Укажем также, что ковкий чугун после 100—120 час. томления имеет ударную вязкость около 3 кгм/см².

Таким образом железокерамические изделия, испытывающие ударную нагрузку, после допрессовки необходимо подвергать повторному спеканию. Плотные же изделия, от которых требуется только повышенная прочность, но которые не испытывают ударной нагрузки, можно применять после допрессовки и без повторного спекания, так как последнее сопровождается сильным снижением твердости и некоторым уменьшением сопротивления разрыву. После допрессовки при давлении 10 т/см² и второго спекания сочетание прочности и вязкости железокерамического материала бывает наилучшим: его сопротивление разрыву равно 28—30 кг/мм², удлинение — около 17%, сужение — около 12% и ударная вязкость — около 2,5 кгм/см²; плотность его также бывает при этом максимальной, приближаясь к плотности компактно-

го материала. Для сравнения в табл. 3 приводятся наилучшие результаты, полученные после первого спекания.

Влияние температуры и продолжительности спекания. Зависимость свойств металлокерамического железа от условий спекания изучалась в целях установления оптимальных температуры и продолжительности спекания; в частности, исследовалось различие свойств материала, полученного при спекании в области α - и γ -железа. В связи с этим спекание образцов велось в условиях разной длительности выдержки, как при температуре 830° , т. е. ниже критической точки A_3 , так и при 1100° и выше. Продолжительность спекания менялась от 0,25 до 2 час.; в каждом случае испытывалось по три образца.

Таблица 4

Влияние условий спекания на свойства железокерамических изделий

Продолжительность спекания мин.	Удельный вес г/см ³	Усадка образца, %			Механические свойства			
		по длине	по ширине	по высоте	σ_b , кг/мм ²	σ_s , кг/мм ²	σ_p , кг/мм ²	δ , %
Температура спекания 830°								
15	6,40	0,35	0,30	0,85	14,2	14,0	13,1	2,3
30	6,45	0,50	0,50	1,25	16,4	14,3	13,8	2,6
60	6,50	0,65	0,65	1,50	16,4	14,3	12,9	2,9
120	6,50	0,95	1,00	1,80	10,9	13,6	12,7	4,7
Температура спекания 1100°								
15	6,35	0,50	0,40	0,90	14,6	11,0	10,6	2,2
30	6,40	0,55	0,45	1,20	14,6	10,1	9,8	3,2
60	6,45	0,80	0,75	1,60	15,2	11,5	10,9	4,0

Исследования, результаты которых частично приведены в табл. 4, показали, что механические свойства материала, полученного спеканием при 830° , лучше, чем спекавшегося при более высоких температурах — до 1100° включительно. При переходе температуры спекания через точку A_3 механические свойства ухудшаются и даже при 1100° еще не достигают прежней величины; только при 1200° (табл. 3) они выше, чем при 830° . Это имеет огромное практическое значение, поскольку спекание оказывается возможным вести при 820 — 850° , что значительно упрощает весь процесс. Спекание при 830° требует около 30 мин., а при 1100° — 15—20 мин.; более длительная выдержка не улучшает заметно механических свойств материала, за исключением вязкости.

Необходимо отметить, что усадка образца неодинакова в различных направлениях: по высоте, т. е. в направлении прессования, она в два раза больше, чем в других направлениях. Рассчитывая размеры прессформы, следует исходить из величин усадки по длине и ширине. При давлении прессования 8 т/см² усадку можно принять приблизительно в 0,50%, если изделия спекаются при 830° в продолжение 30 мин. Однако надо иметь в виду, что величина усадки весьма сильно зависит также от качества железного порошка (табл. 2).

Проведенные исследования позволили проверить и установить следующую технологию изготовления полуплотных и плотных железокерамических деталей.

Схема процесса. Полуплотные детали, т. е. детали с пористостью 10—17% и сопротивлением разрыву до 24 кг/мм², изготавливаются прес-

сованием под давлением 7—10 т/см² (при давлении от 2 до 6 т/см² детали получаются пористые). Детали спекаются в атмосфере водорода, диссоциированного аммиака, азота, генераторного или другого нейтрального или восстановительного газа. Изделия, от которых не требуется высоких пластических свойств, достаточно спекать при 830—850°; для спекания же изделий, вязкость которых должна быть довольно высокой, необходима температура около 1200—1250°. Промежуточные температуры для спекания железокерамических изделий менее выгодны. Спекание в продолжение 15—30 мин. вполне достаточно. Для большей точности размеров изделия следует подвергать калибровке в точной прессформе.

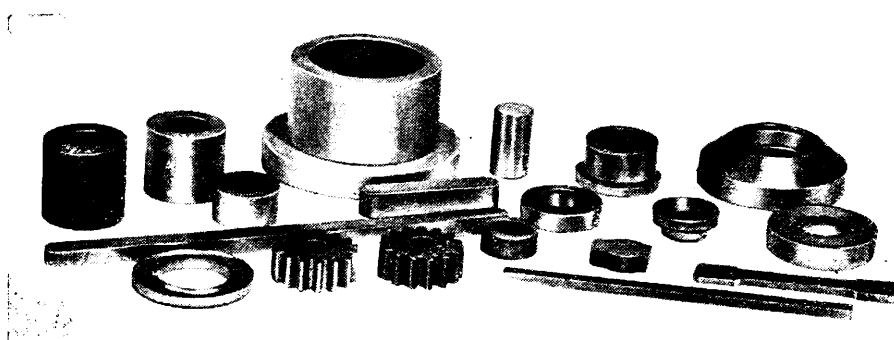


Рис. 6. Железокерамические детали

Плотные изделия, т. е. детали с пористостью не более 5—8% и сопротивлением разрыву до 30—32 кг/мм², надо прессовать под давлением 8—10 т/см², спекать в защитной атмосфере при 830—850° или 1200—1250° в течение 30—40 мин. и допрессовывать при том же давлении. Если требуется большая вязкость, то детали после допрессовки подвергают повторному спеканию в тех же условиях, как и при первом спекании.

На рис. 6 показаны некоторые железокерамические изделия, изготовленные по разработанной технологии. Среди них одни изделия плотные (шестеренки, подворотниковое кольцо, вкладыши, деталь затвора), другие — полуплотные (ролики, бруски) и остальные — пористые (втулки, втулки с буртиком).

Прессование. Для промышленного производства необходим быстроходный пресс с верхним и нижним плунжерами, действующими раздельно. Матрица прессформы крепится в столе пресса. Прессование выполняется верхним и нижним пуансонами, прикрепленными к верхнему и нижнему плунжерам пресса. Изделие выталкивается вверх нижним пуансоном. Пресс должен иметь приспособление для автоматической дозировки и засыпки в матрицу порошка, а также для удаления деталей. Ход плунжеров и мощность пресса зависят от размеров деталей.

Прессформы. При прессовании железного порошка на стенки прессформы передается 30—35% давления, приложенного к пуансону. Таким образом для расчета толщины стенки матрицы величину усилия надо принимать 0,35 P , где P — давление, приложенное к пуансону. Следует избегать острых углов у прессуемых прямоугольных деталей во избежание трещин прессформы, вызывающих разрыв последней. Для более равномерного распределения напряжений прессования не следует производить в самом низу матрицы; необходимо, чтобы нижний пуансон входил на 20—30 мм внутрь матрицы.

Вследствие упругого растяжения матрицы размеры спрессованной детали получаются на 0,3% больше, чем внутренний диаметр матрицы.

При выпрессовывании детали матрица принимает прежние размеры, что часто приводит к отламыванию кромок деталей краем прессформы. Во избежание этого с одной стороны матрицы необходимо создавать небольшой (0,01) конус выхода².

Номинальные размеры прессформы, назначенной для первого прессования деталей, должны быть больше размеров прессуемой детали на величину усадки при спекании, которая, в зависимости от условий прессования и спекания, равна 0,5—1,0%. При повторном спекании допрессованных изделий усадка практически равна нулю. Поэтому размеры прессформы, служащей для допрессовки, должны соответствовать номинальным размерам прессуемой детали; должно лишь учитываться увеличение размеров ее при извлечении из матрицы вследствие упругой деформации.

Одним из наиболее подходящих материалов для прессформ является сталь ХВГ, обеспечивающая необходимую твердость, 60—63 HRC, и меньше всего подвергающаяся деформации при термообработке. Прессформы, изготавливаемые из стали других марок, например штамповой 5ХНМ, необходимо азотировать. Рабочие поверхности деталей прессформ полируются. Точность пригонки — до 0,01 мм.

При расчете высоты матрицы надо иметь в виду, что слой насыпанного порошка должен быть во столько раз выше готового изделия, во сколько плотность изделия после прессования должна быть больше насыпного веса порошка. Для равномерного спрессовывания деталей типа втулки с буртиком, т. е. части которых имеют разную высоту, необходимо обеспечить пропорциональную высоту насыпанного слоя порошка в этих частях; это достигается либо применением подвижных деталей внутри прессформы, либо двухсторонним прессованием.

Смазка при прессовании. Прессование сухого железного порошка ускоряет износ прессформ и затруднительно само по себе. Применение смазки облегчает прессование и улучшает условия службы прессформ.

Смазка может выполняться либо введением в смесь смазочного материала — графита, парафина и др., либо смазкой стенок прессформы. Нами испытаны были оба способа, причем в качестве смазки (второй способ) применялись керосин, глицерин, машинное масло, тавот, коллоидальный графит и вазелиновое масло. Наилучшие результаты дает смазка машинным маслом и тавотом; последний особенно благоприятен при увеличенных зазорах между пуансоном и матрицей, так как предотвращает попадание порошка в зазор. Применение смазки резко уменьшает давление выпрессовывания вследствие уменьшения трения о стенки матрицы; это свидетельствует о том, что давление прессования полнее передается материалу.

Спекание. В наших опытах спекание производилось в герметической трубчатой печи с водородом в качестве защитной атмосферы. Для производства промышленного спекания желательна печь непрерывного действия, с защитной атмосферой, снабженная конвейерной лентой или передвигающимися автоматически поддонами.

Для создания защитной атмосферы при спекании можно применять водород, диссоциированный аммиак, генераторный и светильный газ или природный метан. Печи имеют камеру охлаждения, в которой изделия охлаждаются в защитной среде до комнатной температуры.

Поверхностная защита от коррозии. Железocerамические изделия как пористые, так и плотные могут подвергаться поверхностной обработке с различной целью. Цементация и последующая термообработка дают твердый износоустойчивый поверхностный слой. Хромирование и

² Расширение на 0,3% после выпрессовки не может быть объяснено только одним упругим восстановлением матрицы. Такое значительное расширение и растрескивание при выпрессовке объясняется в значительной мере упругим восстановлением самих деталей. *Ред.*

другие покрытия резко повышают антикоррозионные свойства поверхности изделий.

Если данный вид изделий требует повышения поверхностной прочности, то они вместо повторного спекания подвергаются обычной цементации в карбюризаторе при 920—940°. После двухчасового нагрева образуется 1—1,5-мм слой, содержащий около 0,9—1,0% С. Повышенная скорость науглероживания объясняется пористостью и, следовательно, большими размерами активной поверхности.

В качестве антикоррозионных покрытий железокерамических изделий были испытаны электролитическое хромирование, фосфатирование, цементация хромом, цинком и оксидирование. Все образцы подвергались испытаниям в камере, в водном тумане при средней влажности по психрометру в 96% и при средней температуре 10°.

Средние цифры, полученные при испытаниях, приведены в табл. 5; из них видно, что пропитка маслом уже заметной защищает изделия от коррозии. В такой же мере защищают и цементация хромом и электролитическое хромирование. Хромированные образцы имели после испытания хорошую поверхность. Фосфатное покрытие может

Таблица 5

Стойкость железокерамических образцов с различными антикоррозионными покрытиями

Способ обработки	Длительность испытания, сутки	Изменение веса, г м ² ·сутки
Без пропитки или другой антикоррозионной обработки	21	—3,90
Пропитка маслом . . .	21	—0,23
Электролитическое хромирование	23	—0,39
Фосфатирование	23	—0,056
Цементация цинком . .	41	+2,27
Оксидирование	30	+0,0033
Цементация хромом . .	41	+0,26

быть применено только при отсутствии рыхлых мест, так как изучение шлифа обнаружило, что очаги коррозии образовывались именно в рыхлых местах. Цементация цинком, судя по характеру получающихся продуктов коррозии, может, повидимому, образовать защитное покрытие; в этом отношении нужны еще дополнительные исследования. Вполне устойчивое и наиболее легко осуществимое покрытие дает оксидирование. На рис. 6 детали темного цвета относятся к оксидированным.

ЛИТЕРАТУРА

1. „Machinery“, N. Y., 1942, vol. 48, № 12, p. 111; vol. 49, № 1, p. 148.
2. Копржива Р. Р., Авт. свид. № 136774.
3. Schumacher E. a. Souder A., „Metals a. Alloys“, 1944, vol. 20, № 5, p. 1337.
4. „Prod. Engineering“, 1943, vol. 14, № 8, p. 472.
5. Lenel, „Engineering“, 1943, vol. 156, № 4057, p. 305.
6. Бальшин М. Ю. и Короленко Н. Г., „Вестник металлопромышленности“ № 3, 1939, стр. 34.
7. Бальшин М. Ю., Металлокерамика, ГОНТИ, 1938 (в книге помещен большой список литературы — 146 наименований).
8. Hausner H. H., „Materials a. Methods“, 1946, vol. 24, № 1, p. 98.
9. Baëza W. J., A course in powder Met., Reinhold Co, N. Y., 1943.
10. „Machinery“, London, 1945, vol. 67, № 1720, p. 337.
11. Price, „Met Treatment“, 1945, vol. 12, № 44, p. 275 (в статье дан список литературы по порошковой металлургии железа).
12. Victor a. Sorg, „West. Mach. and Steel World“, 1946, vol. 37, № 5, p. 248.
13. Джонс В. Д., Основы порошковой металлургии, Металлургиздат, 1940.
14. Wulff (редактор), Powder metallurgy, „Amer. Soc. for Met“, Cleveland, 1942.
15. Меськин В. С., Ферромагнитные сплавы, ГНТИ, 1937, стр. 548.

Применение сварных конструкций при изготовлении основных деталей токарных станков

Инж. Л. Т. ШТЕРН

За годы войны станкостроительные заводы и научно-исследовательские лаборатории Германии проводили большую работу по внедрению сварных конструкций при изготовлении основных деталей токарных станков.

Основная цель применения сварной конструкции вместо литой заключалась в уменьшении металлоемкости токарного станка, так как

сварка обеспечивает тонкостенность деталей, а вместе с тем и более легкий вес их.

В этом направлении значительные результаты были достигнуты на станкостроительном заводе Густлов-Верке в Веймаре, где с 1942 г. стали выпускать токарные станки сварно-литой конструкции. За весь период работы этого завода (с 1942 г. по первое полугодие 1945 г.) было изготовлено около 600 токарных станков сварно-литой конструкции, причем станины, ножки и прочие детали были сделаны сварными. Этим была практически доказана возможность серийного производства

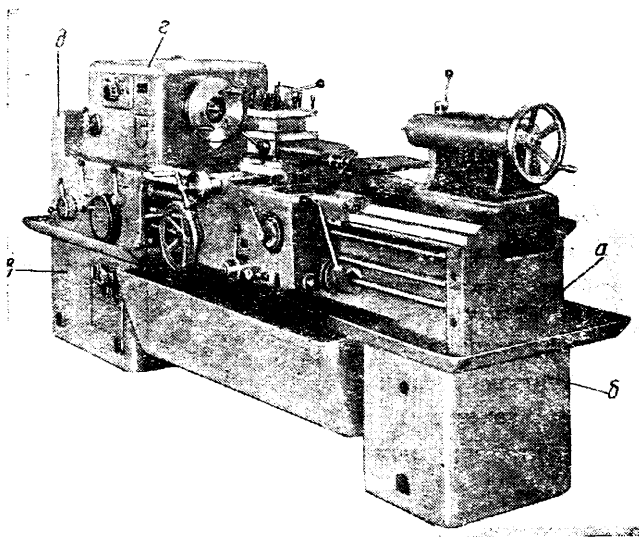


Рис. 1. Токарно-винторезный станок модели А-5 сварно-литой конструкции.

Крупные детали сварной конструкции: а — корпус станины; б — задняя ножка; в — передняя ножка; г — крышка корпуса передней бабки; д — футляр сменных шестерен

сваркой основных крупных деталей токарного станка. Из всех деталей сварной конструкции наибольший технический интерес представляет станина, так как до этого все попытки изготовления тонкостенных сварных станин токарно-винторезных станков не увенчались успехом и носили, в лучшем случае, экспериментальный характер.

На рис. 1 показан токарно-винторезный станок марки А-5 завода Густлов-Верке со станиной, ножками, крышкой передней бабки, футляром для сменных шестерен и другими деталями стальной сварной конструкции. Станок А-5 быстроходный; с верхним числом оборотов шпинделя равным нормально 1000, а при перестановке сменных шестерен — 2000 об/мин; высота центров станка 225 мм, расстояние между центрами 500, 1000, 1500 и 2000 мм; мощность мотора 8 квт.

При указанных больших скоростях и необходимости избежать вибраций в частях станка, особенно резонанса, изготовление стальной станины легкой сварной конструкции было серьезной технической задачей. Приходилось преодолевать не только конструктивные и технологические затруднения, но и в известной степени недоверие станкостроителей и потребителей к работоспособности токарного станка с такой станиной.

Между тем сварная конструкция станины токарного станка по прочности, жесткости и точности работы не уступает чугунной и полностью соответствует общепринятым в станкостроении нормам точности для токарно-винторезных станков с высотой центров 200—250 мм¹.

Внешний вид станка А-5 с деталями стальной сварной конструкции лучше, чем у литой чугунной, — форма мягче, геометрия строже (рис. 2). Вообще станок А-5 можно считать удачным образцом сварно-литой конструкции современного токарно-винторезного станка.

Переход на сварные детали токарного станка явился результатом большой экспериментальной работы. Особенно много трудов было затрачено на стальную сварную станину.

Потребовалась двухлетняя опытная и научно-исследовательская работа ряда лабораторий и станкостроительных заводов, пока не была найдена работоспособная и технологичная конструкция (сечение корпуса станины, наиболее рациональная форма и расположение ребер, характер сварочных швов и общая конструкция станины). Первая модель (макет) станины была изготовлена из целлулоида (рис. 3).

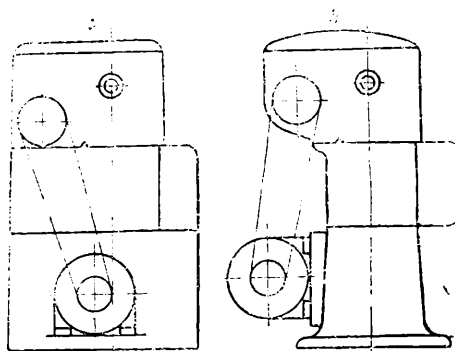


Рис. 2. Схема различного выполнения токарного станка.

а — токарный станок (Густлов-Верке) сварной конструкции; б — токарный станок литой конструкции

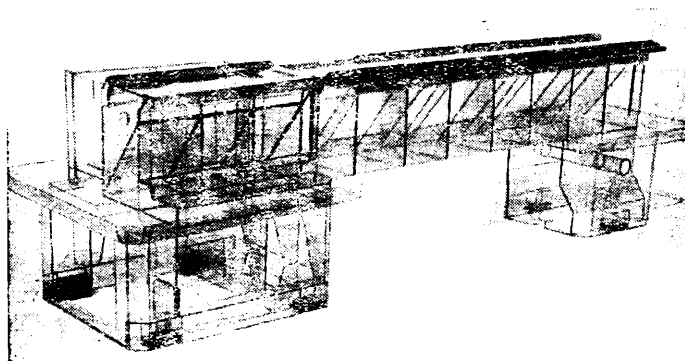


Рис. 3. Целлулоидная прозрачная модель станины сварной конструкции. Сварочные швы изображены темными линиями

Конструкция тонкостенной стальной станины была установлена после ряда изысканий и испытаний, которые сначала производились над специально изготовленными пробными брусами (корпусами — рис. 4).

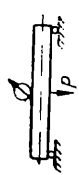
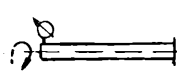
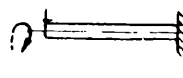
Все пробные корпуса тщательно и всесторонне испытывались в лаборатории при помощи специальных установок на статическую и динамическую нагрузки.

Результаты испытаний на статическую жесткость, поперечные и крутильные колебания первой серии опытных конструкций сварных корпусов показаны в табл. 1.

Затем проводились опыты над новыми образцами корпусов других конструкций, пока не была найдена форма сечения сварного корпуса,

¹ Непрямолинейность направляющих станины не превышает 0,02 мм на 1000 мм, спиральный изворот находится пределах $\pm 0,02$ мм на 1000 мм.

Таблица 1

Профиль корпуса	Вес	Жесткость при статической нагрузке		Частота собственных колебаний		Демпфирование				
		изгиб относительно оси	кручение	изгиб относительно оси	кручение	изгиб относительно оси	кручение — 1 мкг			
		 $\times \text{I-X } y \text{---} z$		 $\times \text{I-X } y \text{---} z$		 $\rho = 100 \text{ кг}$ $\times \text{I-X } y \text{---} z$				
		R_B		R_G	f_B		f_G	D_B	D_G	
N	кг	кг/μ	кг/μ	$10^{-3} \frac{\text{м} \cdot \text{кг}}{\mu \cdot \text{м}}$	Гц	Гц	Гц	10^{-3}	10^{-3}	
I а	42	3,20	1,60	1,0	195	135	50,5	1,12	0,580	1,380
I б	43	3,65	1,60	1,6	209	135	54,5	0,74	0,310	0,560
I в	47,2	3,65	1,60	1,6	190	128	53,5	0,73	0,470	1,070
II	38	3,00	Не изменялось	1,0	196	Не изменялось	50,5	0,81	Не изменялось	Не изменялось
III	46	3,60	1,75	1,75	194	132,5	58,0	0,86	0,345	0,595
IV	49	3,60	1,95	11,6	187	137,6	129,5	0,75	0,230	0,285
V	44	1,60	1,75	22,3	118	134	183,0	0,79	0,250	1,260
VI	44	3,10	1,85	2,9	181	134,5	70,0	0,63	0,240	0,890
VII	45	2,95	1,80	3,7	178	136	78,5	0,65	0,275	0,335

обеспечивающая наибольшую статическую жесткость и виброустойчивость, а также наиболее благоприятное расположение ребер жесткости.

После этого начали изготавливать первые опытные модели корпусов станин, которые также подвергались всесторонним статическим и динамическим испытаниям в специальных лабораторных условиях.

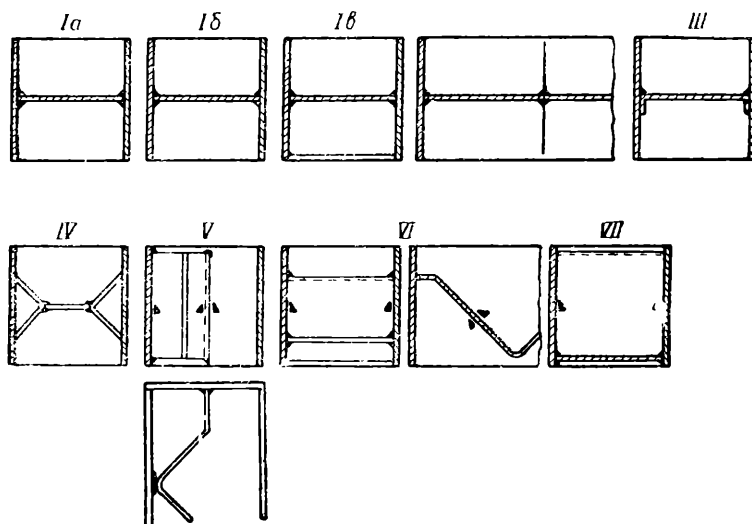


Рис. 4. Сечения опытных корпусов (брусьев) сварной конструкции. Длина брусков 1520 мм; вес 38—49 кг.

Брусья: Ia — с односторонней сварной вертикальной стенкой; Ib — с двухсторонней сварной вертикальной стенкой; Ic — с промежуточными стенками толщиной 2,5 мм; III — с узкой поперечиной; IV — со стенкой X-образной формы; V — со сварными ребрами типа Петерс; VI — с ребром зигзагообразной формы; VII — с ребром волнистой формы

Далее изготовили полную конструкцию тонкостенной сварной станины, которую испытали на: жесткость изгиба (рис. 5), жесткость кручения, поперечные и крутильные колебания (рис. 6) и демпфирование.

В табл. 2 и на рис. 7 и 8 приведены результаты испытаний литой чугунной станины и стальной сварной.

После ряда таких испытаний и последовавших за ними конструктивных улучшений была, наконец, найдена наиболее жесткая и рациональная конструкция тонкостенной сварной стальной станины с ножками и лотками (рис. 9).

Полученная конструкция не уступает по своей работоспособности (прочности, жесткости и виброустойчивости) чугунной литой станине (табл. 3).

Стальные направляющие сварных станин (рис. 9) подвергаются поверхностной закалке, что придает им износостойкость более высокую, чем у чугунных.

Станина сварной конструкции (рис. 9) состоит из корпуса, несущего направляющие, лотков и ножек (передней и задней), приваренных

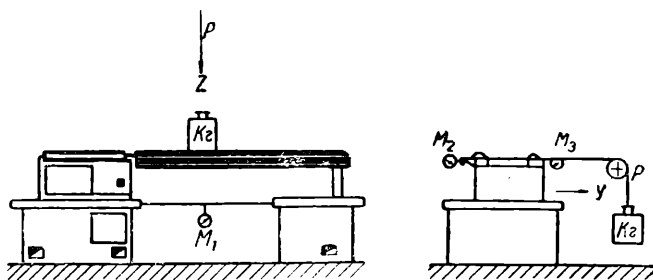


Рис. 5. Схема испытаний станин на жесткость изгиба при статической нагрузке

к корпусу станины. Корпус в свою очередь состоит из 20 элементов: из продольных (основных) и поперечных стенок, из ребер жесткости (рис. 10), направляющих и т. д. Связанные между собой посредством электросварки сплошным швом они образуют замкнутый пустотелый корпус, разделенный перегородками на отдельные камеры или ячейки (рис. 3), придающие станине значительную жесткость и виброустойчивость.

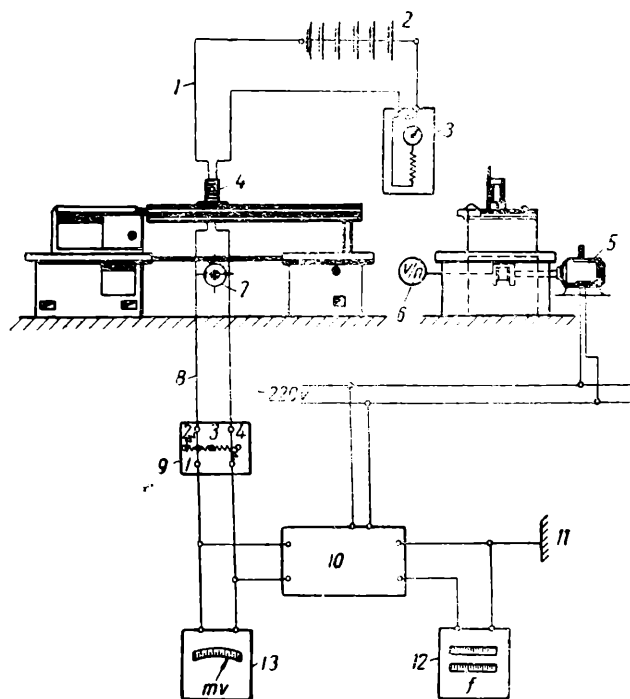


Рис. 6. Схема установки для динамического испытания станин токарных станков.

1 — провод возбуждения; 2 — аккумулятор 12 в; 3 — регулятор тока; 4 — датчик; 5 — регулируемый мотор; 6 — тахометр; 7 — возбудитель; 8 — измерительный провод; 9 — ступени чувствительности; 10 — усилитель; 11 — земля; 12 — частотомер; 13 — измерение амплитуды колебаний

щиной в 3, 4 и 6 мм, благодаря чему значительно уменьшается вес станины.

Большие окна в задней стенке корпуса (рис. 10) служат для отвода стружки. Передние и задние направляющие станины изготовлены из специального профильного проката (рис. 11) и привариваются к корпусу сплошным швом. Припуск на обработку резанием направляющих после их приварки составляет 3,5—4 мм на сторону.

Все элементы станины сварной конструкции (кроме направляющих и планок под рейку) изготовляются из стального листового проката тол-

Таблица 2

Результаты статических испытаний на жесткость изгиба сварной и литой станины токарного станка Густлов-Верке

Объект испытания	Измерение относительной оси	Нагрузка P кг	Место измерения M	Деформация a , μ	Жесткость $R = \frac{P}{a}$ кг/ μ
Стальная станина сварной конструкции	Ось z	500	M_1	35	14,3
	Ось y	500	M_2 M_3	80 180	6,2 2,8
Литая чугунная станина	Ось z	500	M_1	35	14,3
	Ось y	500	M_2 M_3	250 250	2,0 2,0

Черный вес станины сварной конструкции равен 520 кг, а литой — 1044 кг. Сварная стальная станина весит 524 кг, что составляет 50% от веса литой чугунной. Таким образом из 10 т доменно-

го чугуна можно получить 15 сварных станин или 9 литых; кроме того, при применении сварной конструкции перевозится по железной дороге только 7,88 т (стальной лист, электродная проволока и профильный прокат); при литой чугунной — 17,5 т (доменный чугун, кокс, формовочный материал и пр.); иначе говоря, при изготовлении сварных станин транспорт загружен на 73% меньше, чем при литых.

На все производство (без обработки резанием) одной литой чугунной станины весом в 1044 кг требуется 108,1 часа, а на производство сварной весом в 520 кг — 94,6 часа.

Следует оговорить, что общая расчетная норма в 94,6 часа еще не была достигнута; в 1945 г. (при разла-

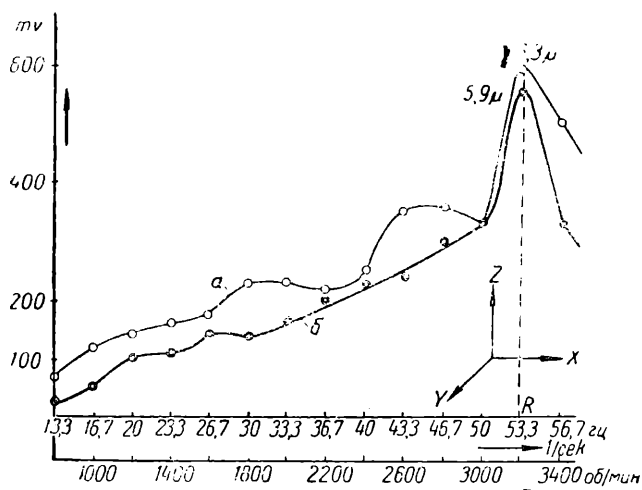


Рис. 7. Кривая вибрации литой станины при ее динамическом испытании.

a — станина, установленная свободно; *б* — станина, притянутая к фундаменту

женном производстве) она оказалась фактически выше и составляла на заводе Густлов-Верке из-за несовершенства технологии подготовительных операций (отсутствие штамповки и значительный процент пригоночных ручных работ) 143 часа.

Технология производства сварных станин на заводе Густлов-Верке делится на два этапа: 1) на изготовление сварной конструкции и 2) на ее механическую обработку.

В изготовление сварной конструкции входят:

1. Производство отдельных элементов (стенок, ребер, планок, направляющих и т. д.) корпуса, ножек и других деталей станины.

2. Сборка корпуса и ножек станины путем пригонки (по месту) заготовленных элементов и путем их прихватывания, т. е. соединения между собой электросваркой.

3. Сварка сплошным швом собранной детали (корпуса станины, ножек).

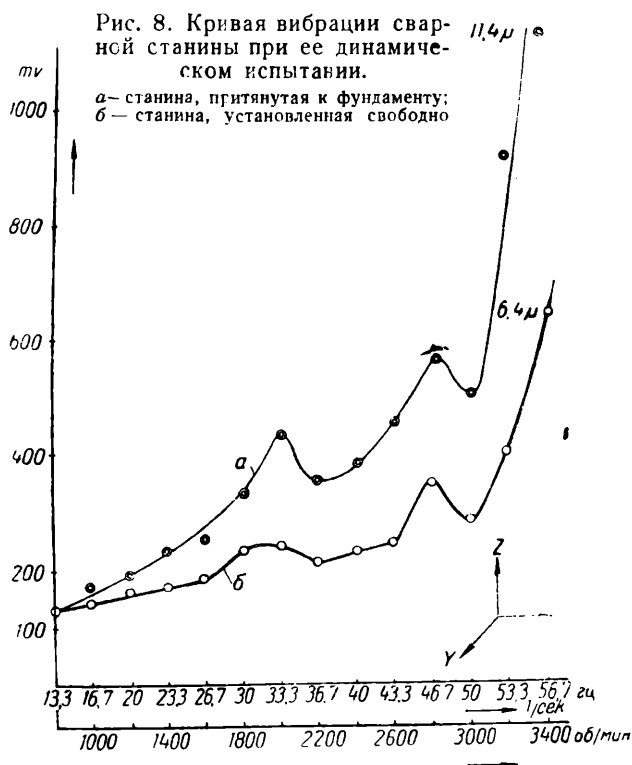


Рис. 8. Кривая вибрации сварной станины при ее динамическом испытании.

a — станина, притянутая к фундаменту; *б* — станина, установленная свободно

4. Общий монтаж станины посредством соединения между собой сваркой корпуса, ножек и лотков (рис. 9).

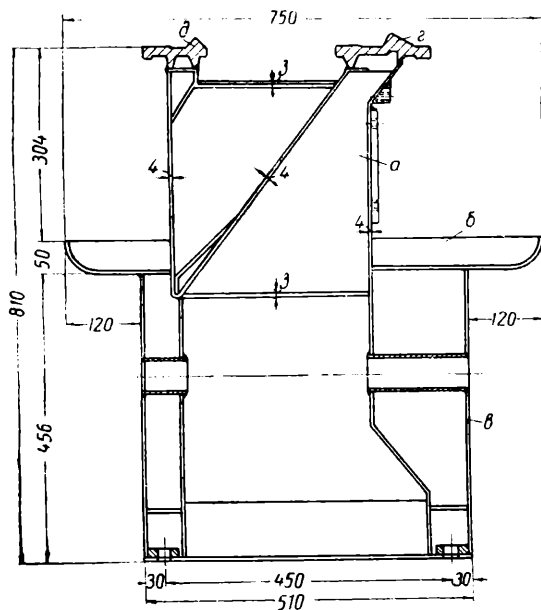


Рис. 9. Поперечное сечение станины сварной конструкции.

а — корпус станины; б — лоток; в — задняя ножка; г — передние направляющие; д — задние направляющие

Все эти работы производятся в специально оборудованном сварочном цехе, который состоит из двух участков: заготовительного и сварочного.

Заготовительный участок оборудован универсальными ножницами Пельса, прессом, гибочной машиной в 160 т, машиной для профильной автогенной вырезки заготовок и т. д. Здесь изготавливаются стенки, ребра и прочие элементы и заготовки деталей сварных конструкций. Большинство из этих элементов получается вырезкой из стального листового проката; некоторые из них проходят еще гибку; незначительная часть — штампуется.

На сварочном участке отдельные элементы пригоняются друг к другу и соединяются при помощи сварки. На участке имеются спе-

Таблица 3

Результаты статических и динамических испытаний конструкций литой и сварной станины

Вид испытания	Размерность	Испытание на заводе Дискус в 1940 г.		Испытание в лаборатории Выс. техн. школы в Берлине в 1941 г.	
		литая станина	сварная станина	литая станина	сварная станина
Жесткость изгиба: относительно оси z (рис. 5)	кг/μ	14,3	14,3	22	16,2
	%	100	100	100	73,5
относительно оси у: в точке M_2	кг/μ	2	6,2	—	—
	%	100	310	—	—
в точке M_3	кг/μ	2	2,8	—	—
	%	100	140	—	—
Жесткость кручения	м·кг/μм	—	—	0,57	1,5
	%	—	—	100	263
Частота собственных крутильных колебаний	гц	—	—	58	124
	%	—	—	100	214
Частота собственных поперечных колебаний (рис. 7 и 8)	гц	53,3	56,7	82	100
	%	100	107	100	122
Число оборотов *	об/мин	3200	3400	3600	4300
	%	100	106	100	150

* При котором начинается значительное резонирование станины.

циальные приспособления и аппараты для электродуговой и газовой сварки.

Элементы корпуса сварной станины соединяются исключительно электродуговой сваркой; при изготовлении же ножек и футляров применяют электросварку и лишь в незначительной степени газовую.

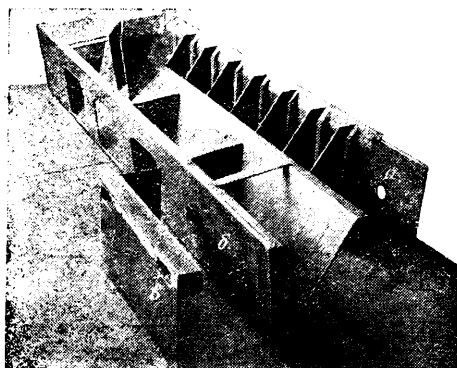


Рис. 10. Основные элементы корпуса станины сварной конструкции.

а — продольный передний остов с поперечными стенками жесткости; *б* — продольный задний остов с ребрами жесткости; *в* — приставка к корпусу станины под переднюю бабку

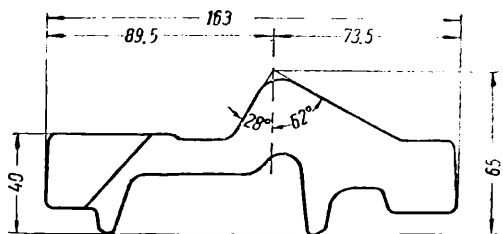


Рис. 11. Специальный профильный прокат направляющих сварной станины токарного станка, изготовленный из стали марки StC45.61 следующего химического состава: 0,45% С; до 0,8% Мп; до 0,35% Si; $\sigma_b = 60-70$ кг/мм²

Технологический процесс изготовления сварной конструкции станины складывается из следующих 9 операций (или из 110 переходов):

Технологический маршрут

№ операции	Характеристика операции
1	Пригонка и сборка остова корпуса станины
2	Сварка сплошным ступенчатым швом этого остова
3	Подготовка и сборка направляющих и планки под рейку к корпусу станины
4	Сварка сплошным ступенчатым швом направляющих и дна корпуса
5	Пригонка и приварка приставки под переднюю бабку к корпусу станины; сварка сплошным швом внутренней стороны направляющих и прочих мест
6	Монтаж станины
7	Сварка лотков
8	Сварка всех оставшихся швов и очистка станины
9	Контроль

После контроля станину окрашивают, грунтуют и затем она готова для дальнейшей обработки резанием (строжка направляющих, обверловка и т. д.).

Все заготовительные, пригоночные, сборочные и сварочные работы по изготовлению сварной конструкции станины рассчитаны на 52,5 нормо-часа.

Механическая обработка станины после сварки заключается в ее строжке под закалку, в закалке направляющих и в окончательной обработке станины.

Технологический маршрут этих операций приведен в табл. 4.

Станина сварной конструкции не уступает по своей работоспособности литой и имеет перед ней ряд преимуществ (табл. 5): значительно меньший вес, лучший отвод стружки, более изнаноустойчивые направляющие, меньшую стоимость и т. д.

Таблица 4

№ операции	Описание операции	Время (штучное), час. мин.
1	Предварительная и чистовая строжка станины	16—40
	Удаление заусенцев	09—12
2	Автогенно-газовая закалка направляющих станины	3—00
3	Контроль после закалки на твердость и на деформацию направляющих	0—40
4	Сверление отверстий и нарезка резьбы	2—15
5	Шлифовка направляющих станины	20—00
6	Удаление заусенцев	0—45
7	Проверка строжкой плоскости под коробку подач (снятие неровности от коробления после закалки)	4—37
8	Контроль	Не установлено
9	Общая длительность механической обработки станины	48—09

Таблица 5

Элементы сравнения	Единицы измерения	Литая чугунная станина	Сварная стальная станина
Черный вес станины, кг	кг %	1044 100	520 50
Трудоемкость получения полуфабриката (отливкой или сварной конструкции) станины	Нормо-час %	108,1 100	94,6 90
Трудоемкость последующей механической обработки станины	Нормо-час %	21,3 100	48,2 226
Суммарная трудоемкость изготовления станины	Нормо-час %	129,4 100	142,8 110

Трудоемкость же изготовления сварной станины на 10% больше, чем чугунной, вследствие несовершенства технологии ее производства на заводе Густлов-Верке.

Выводы

1. Серийное производство токарно-винторезных станков сварно-литой конструкции вполне возможно.

2. Проблема изготовления работоспособной тонкостенной сварной станины быстроходного токарного станка технически разрешена и доказана экономичность ее производства.

3. Сварная тонкостенная конструкция станины токарного станка по прочности, жесткости, виброустойчивости и износоупорности не уступает литой чугунной.

4. Металлоемкость станины сварной конструкции на 50% меньше, чем литой.

5. Благодаря значительному уменьшению расхода металла на сварную станину себестоимость ее ниже литой.

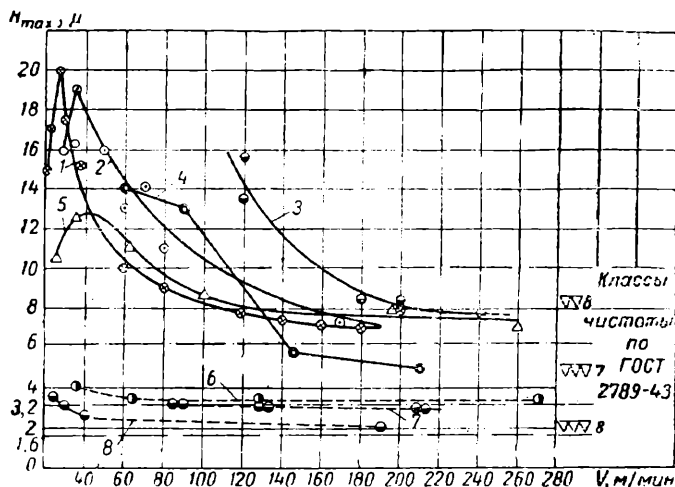
Влияние условий обработки на микрогеометрию поверхности при отделочном точении

Канд. техн. наук Д. Г. БЕЛЕЦКИЙ

Введение ГОСТ 2789—45 на чистоту поверхности деталей машин предъявляет к технологам серьезные требования в части получения микрогеометрии обрабатываемых поверхностей в пределах заданных классов чистоты. Особенно это относится к отделочным операциям механической обработки, среди которых в ряде отраслей промышленности большое значение имеют методы токарной обработки [1]. Известно, что посредством чистового и тонкого („алмазного“) точения можно получить микрогеометрию поверхности от 6-го до 8-го классов чистоты ($H_{\text{ск}} = 3,2—0,4 \mu$), а в отдельных случаях и выше. Но до сих пор исчерпывающих нормативов по выбору условий обработки для получения того или другого класса чистоты еще не разработано. Однако имеющийся опыт и экспериментальные работы позволяют установить характер и пределы влияния отдельных факторов процесса обработки на чистоту поверхности и, в частности, при отделочном точении [2].

Рис. 1. Зависимость микрогеометрии поверхности от скорости резания при точении.

1 — Ст-УО-А, $s = 0,2$ (Дьяченко); 2 — чугун 180 H_B , $s = 0,18$ (Прейс); 3 — чугун 160 H_B , $s = 0,08$ (Белецкий); 4 — чугун 180 H_B , $s = 0,05$ (Семенов); 5 — Ст-45, $s = 0,1$ (Белецкий); 6 — алюминий, $s = 0,1$ (Белецкий); 7 — латунь, $s = 0,06$ (Белецкий); 8 — латунь, $s = 0,03$ (Фесс)



К числу основных факторов, определяющих микрогеометрию поверхности при точении, относятся: 1) род обрабатываемого материала, 2) конструкция и состояние станка, 3) режимы резания, 4) геометрия и качество доводки лезвий резца. При этом первые два фактора оказываются обычно заданными для технолога, а вторые два он может в известных пределах варьировать.

Влияние режима резания. На рис. 1 показаны зависимости микрогеометрии от скорости резания $H_{\text{max}} = f(v)$ для различных металлов. Из графиков, составленных по данным ряда работ, видно, что при обработке цветных металлов получается чистота поверхности порядка 7-го и 8-го, а для черных металлов 6-го и 7-го классов. Кроме то-

го, увеличение скорости резания весьма незначительно улучшает чистоту поверхности цветных металлов. Наоборот, при обработке стали с повышением скорости до 20—40 м/мин чистота поверхности ухудшается, а до 100—120 м/мин в так называемой зоне критических скоростей резания происходит резкое падение кривой. Дальнейшее увеличение скорости также мало сказывается на улучшении чистоты поверхности. Для чугуна получается сначала резкое понижение $H_{\max}$, а затем плавное течение кривой.

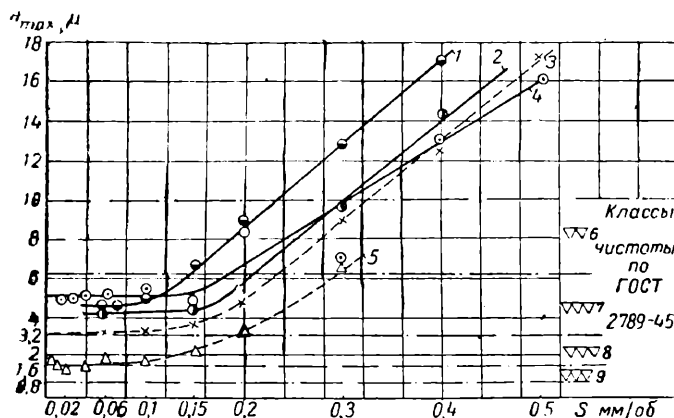


Рис. 2. Зависимость микрогеометрии поверхности от величины подачи резца.

1 — сталь 230 H_B, $v=72$ м/мин, $r=0,7$ мм; 2 — сталь 230 H_B, $v=72$ м/мин, $r=1$ мм; 3 — алюминий, $v=76$ м/мин, $r=0,7$ мм; 4 — чугун 170 H_B, $v=70$ м/мин, $r=1$ мм; 5 — бронза, $v=120$ м/мин, $r=1$ мм

Эти явления можно объяснить различием физических и механических свойств указанных металлов: а) упрочнением и переходом металла в хрупкое состояние, зависящим от соотношения скоростей резания и пластической деформации; б) величинами упругой деформации; в) явлением нароста при точении стали, периодически возникающем в зоне критических скоростей; г) неодинаковым характером выкрашивания и разрушения зерен чугуна при различных скоростях резания [1,4]. С повышением твердости чугуна и стали зона максимальной шероховатости перемещается влево, и наоборот.

На рис. 2 представлены зависимости шероховатости от величины подачи $H_{\max}=f(s)$, полученные автором при точении чугуна, стали, алюминиевого сплава и бронзы. Графики показывают, что увеличение подачи до 0,1—0,15 мм/об весьма незначительно повышало фактическую высоту неровностей. При этом в зоне малых подач фактическая высота неровностей оказывалась значительно больше расчетных ее величин. Для подач 0,03—0,02 мм/об превышение $H_{\text{факт}}$ над $H_{\text{расч}}$ достигает 10—20 и более раз в зависимости от рода обрабатываемого металла.

Следует отметить, что при подачах меньше 0,02 мм/об чистота поверхности заметно ухудшалась, повидимому, за счет большего влияния неравномерности подачи при ее величинах порядка 0,01—0,005 мм/об.

Полученные данные, подтверждая большое влияние рода обрабатываемого металла на микрогеометрию поверхности, позволяют сделать вывод о нецелесообразности применения подач меньше 0,04—0,05 мм/об при тонком точении. Верхним пределом следует считать $s=0,1—0,12$ мм/об, после чего эта кривая поднимается более круто.

Как видно из графика, положение точки перелома зависит также от величины радиуса вершины резца. Ввиду этого и при чистовом точении с подачами 0,15—0,25 мм/об следует стремиться оставаться на пологой ветви кривой за счет увеличения радиуса вершины резца, поскольку это не вызывает вибраций.

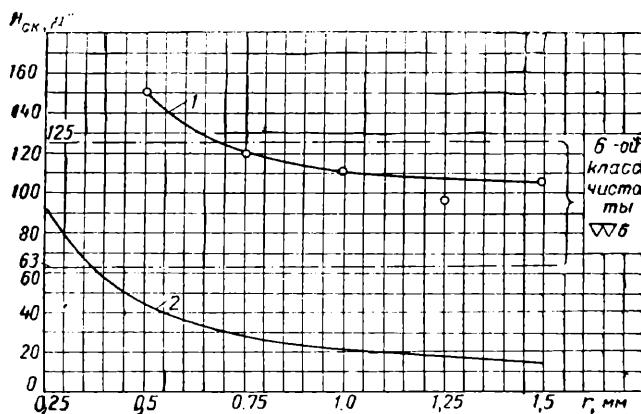
Влияние глубины резания при тонком точении весьма незначительно. Так, при увеличении t от 0,05 до 1 мм величина $H_{\max}$ для

бронзы повышалась всего с 3,5 до 4,5 μ . При $t \leq 0,05$ мм наблюдается даже ухудшение чистоты поверхности [3]. Последнее объясняется наличием некоторого радиуса закругления, порядка 20—40 μ , самой режущей кромки резца, вследствие чего при малых t , близких к величине этого радиуса, лезвие не режет, а вминает и скоблит металл.

Влияние геометрии и качества доводки лезвий резца. Величины радиуса закругления вершины резца, а также вспомогательного φ_1 и главного φ углов в плане влияют на так называемую поперечную (в направлении подачи) шероховатость поверхности. Это влияние

Рис. 3. Зависимость чистоты поверхности от радиуса вершины резца.

1 — фактическая $H_{СК}$, материал — Ст-40, $v=140$ м/мин, $s=0,136$ мм/об, $t=0,3$ мм; 2 — расчетная $H_{СК} = \frac{10 s^2}{8 r}$ для $s=0,136$ мм/об



возрастает с увеличением подачи и отражается в первую очередь на геометрических соотношениях профиля остаточных гребешков [2]. Величины переднего и заднего углов резца влияют на самый процесс резания и образование нароста, определяя поперечную и, особенно, продольную (в окружном направлении болванки) шероховатость.

Наличие зазубрин на режущей кромке в результате ее плохой доводки понижает чистоту обрабатываемой поверхности за счет копирования на ней неровностей лезвия [4]. Это особенно сказывается при тонком точении. Кроме того, зазубрины ухудшают условия резания, что ведет также к быстрому разрушению режущей кромки.

На рис. 3 показан график зависимости среднеквадратичной высоты неровностей ($H_{СК}$ в микродюймах) от величины радиуса вершины резца, в сопоставлении с расчетными величинами H [5]. График показывает затухающее влияние радиуса с его увеличением при постоянной подаче.

Результаты контрольных опытов по влиянию геометрии резцов (r мм, φ_1° , γ°) на шероховатость поверхности при тонком точении представлены в табл. 1, 2 и 3 [2]. Обработка производилась при $\alpha=6^\circ$, $\varphi=45^\circ$ и $\lambda=0$.

Следует отметить, что при точении стали 1045 увеличение угла γ от 0 до 16° понижало $H_{\max}$ на 30—50%. При этом даже на скоростях выше 200 м/мин наблюдалось периодическое образование нароста на резце. Это же явление происходило и при точении алюминия со скоростью около 300 м/мин.

Приведенные данные показывают, что из рассмотренных элементов геометрии особенно сильно на шероховатость поверхности влияет величина радиуса закругления вершины резца, а также вспомогательного угла в плане при его значениях менее $0,5^\circ$. Однако использование таких углов φ_1 при обработке чугуна и стали вызывало быстрый износ лезвия. Применение больших значений радиуса закругления резца ограничивается условиями безвибрационной работы. Как показывает практика, в условиях тонкого точения радиус вершины резца больше 0,75—1 мм не применяется.

Таблица 1

Материал	r, мм			H _{max} , μ		
	I	II	% уменьшения	I	II	% увеличения
Бронза	1	0,5	50	5	7,5	50
■	1	0,5	50	6	8,0	38
Алюминий	1	0,5	50	8	12,5	55
■	2	0,5	75	10	16,0	60
■	2	1,0	50	11	12,0	9
Чугун	1	0,5	50	7,5	11,0	45

Примечание. При обработке бронзы и алюминия $s = 0,01$ мм/об, $t = 0,05$ мм; при обработке чугуна $s = 0,02$ мм/об, $t = 0,15$ мм.

Таблица 2

Материал	Режим		Радиус вершины реза r, мм	φ ₁			$H_p = \frac{s^2}{8r}, \mu$	H _{max} , μ		
	v, м/мин	s, мм/об		I	II	% уменьшения φ ₁		I	II	% уменьшения H _{max}
Сталь {	945	0,036	1,5	8	1,0	87	0,60	10	8	20
	250	0,086	2,5	15	0,5	96	0,36	12	9	23
Чугун {	204	0,020	1,0	6	0,5	91	0,05	11	5	55
	173	0,020	1,0	6	0,5	91	0,05	7	7	0
Бронза {	174	0,020	1,0	2	0,5	75	0,05	5	3	40
	170	0,086	1,0	2	0,5	75	0,92	8	4	50

Таблица 3

γ°	H _{max} , μ	H _{ск} , μ"
—4	4,0	45
0	4,5	50
4	3,5	40
10	4,0	48
6	3,0	38
12	3,0	—
30	3,0	—
40	3,0	—

Примечание. Данные табл. 3 относятся к обработке алюминиевых дисков по периферии при $v = 1,0$ м/мин, $t = 0,1$ мм и $s = 0,07$ мм/об, без охлаждения. Резны из твердого сплава 121 имели переменный угол γ и следующую постоянную геометрию: α = 8°, φ = 45°, φ₁ = 10°, r = 0,5 мм.

Влияние конструкции и состояния станка. Практика обработки на токарных, тонкорасточных и других станках, а также ряд экспериментальных работ [1,5,6] показывают, что конструкция и состояние станка значительно влияют на микрогеометрию обрабатываемой поверхности. Это влияние проявляется в следующем.

Во-первых, качество поверхности ухудшается при обработке, на одном станке по сравнению с обработанной в одинаковых условиях на другом аналогичном станке, имеющем другую конструкцию подшипников, привода подачи или просто находящемся в более исправном состоянии. Это особенно сказывается при получении высоких классов чистоты ($\nabla\nabla\nabla 7$, $\nabla\nabla\nabla 8$, $\nabla\nabla\nabla 9$).

Во-вторых, качество поверхности понижается в случае увеличения числа оборотов шпинделя при сохранении той же скорости резания, подачи и других условий обработки на данном станке вследствие увеличения так называемых вынужденных колебаний станка.

В-третьих, появляется склонность к возникновению вибраций при резании (автоколебания), связанная с большей или меньшей способностью станка к гашению вибраций или его виброустойчивостью.

Шпиндели современных быстроходных станков в большинстве случаев снабжаются высококачественными подшипниками качения. В станках, у которых шпиндель делает до 1000 — 1500 об/мин, применяются также по подшипники скольжения, дающие весьма высокое качество обрабатываемой поверхности.

Ниже приводятся некоторые данные о влиянии зазора в подшипниках скольжения, а также типы подшипников качения и их предварительного натяга на микрогеометрию обрабатываемой поверхности.

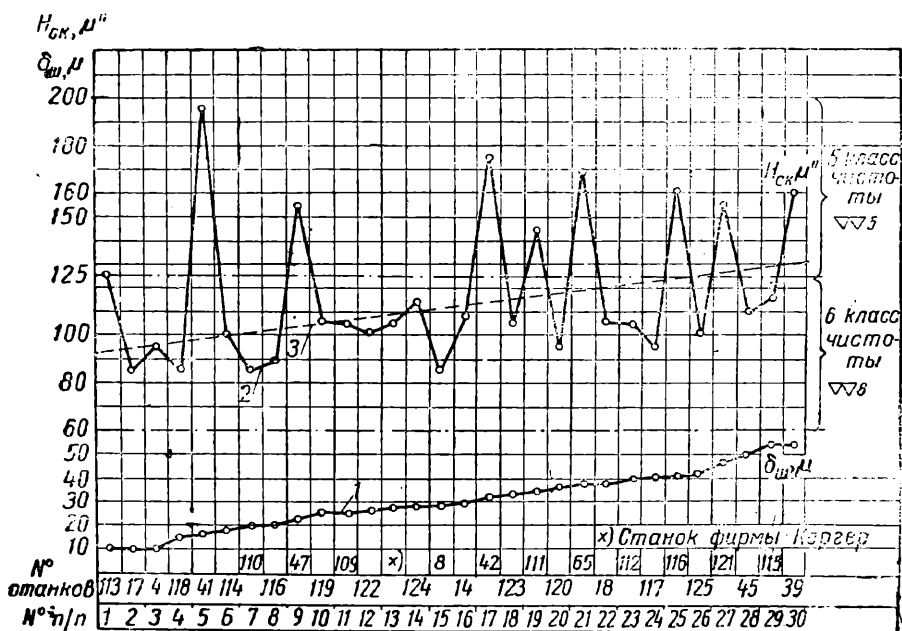


Рис. 4. Диаграмма величин зазоров в подшипниках шпинделей токарных станков ТВ-01 и шероховатости обточенных на них образцов.

1 — зазор в переднем подшипнике шпинделя $\delta_{ш}$ мкм; 2 — шероховатость поверхности в микродмкм

$H_{ск}$ мкм; 3 — средняя линия $H_{ск}$

На рис. 4 помещена диаграмма зазоров в переднем подшипнике шпинделя и шероховатости ($H_{ск}$ в микродмкм) поверхности образ-

цов из Ст-45, проточенных на токарно-винторезных станках ТВ-01 (типа Кергер) при их испытании на заводе-изготовителе. Станки на диаграмме расположены в порядке возрастания зазора ($\delta_{ш}$ в μ), измерившегося при испытании жесткости шпинделя с нагрузкой в 200 кг [5].

Как видно из диаграммы, по мере увеличения зазора возрастает шероховатость поверхности. Отдельные выпадывания значений $H_{ск}$ следует объяснить влиянием других факторов качества изготовления станка, поскольку опыты проводились на различных станках одной модели.

Влияние типа подшипников качения на микрогеометрию исследовалось на быстроходном токарном станке типа 161Л при обточке Ст-40 с $v = 280$ м/мин и бронзы с $v = 365$ м/мин. Подача s в обоих случаях равнялась 0,036 мм/об. Характеристика подшипников дана в табл. 4.

Таблица 4

Тип подшипника	Марка	Серия	Завод	Число шариков	Пределы натяга мм
Шариковые однорядные	314	Средняя	ГПЗ	8	$0 \div 0,35$
То же с текстолитовым сепаратором	6314	.	.	8	$0 \div 0,25$
Шариковые двухрядные с шариковым сепаратором и внутренним предварительным натягом	L-70	Легкая	УКФ	24	$0 \div 0,07$
Косороликовые однорядные	7514	.	ГПЗ	16	$-0,1 \div -0,4$

Результаты испытаний приведены в табл. 5, показывающей величины $H_{нах}$ и их соотношение при точении бронзы и стали на различных подшипниках.

Таблица 5

Тип подшипника	Обработка бронзы			Обработка стали 35		
	пределы $H_{нах}, \mu$	среднее $H_{нах}, \mu$	соотношение	пределы $H_{нах}, \mu$	среднее $H_{нах}, \mu$	соотношение
УКФ	5—7	6,0	1,00	7—10	8,5	1,00
314	8—12	10,0	1,66	8—17	12,5	1,50
6314	9—12	10,5	1,75	12—21	16,5	1,94
7514	15—16	15,5	2,57	11—19	15,0	1,76

Одновременно было исследовано влияние на микрогеометрию величины предварительного осевого натяга подшипников различных типов. Натяг осуществлялся посредством принудительного сдвига наружных колец подшипников относительно неподвижных внутренних. Суммарное сближение двух наружных колец (в мм) характеризовало величину натяга.

Данные о влиянии величины предварительного натяга подшипников качения, приведенные в табл. 6, свидетельствуют, что его увеличение не оказывает значительного влияния на чистоту поверхности. В некоторых случаях все же заметна тенденция к уменьшению шероховатости с увеличением натяга.

№ опыта	Предварит. натяг подшипников мм	Начало вибраций при t , мм	За 5 мин. до начала вибраций μ		Через 5 мин. после начала вибраций, μ		Условия опыта
			H_v	H_s	H_v	H_s	
1	0	2,0	3,5	17	6,5	17	Подшипники 314, обработка стали 1035, $n=1880$ об/мин, $v=238$ м/мин, $s=0,038$ мм/об
2	0,1	2,6	2,0	13	8,0	20	
3	0,2	1,2	2,0	16	7,0	20	
4	0,25	1,0	2,5	8	4,0	8	
5	0	1,59	3,0	12	6,0	13	Подшипники 314, обработка бронзы АМПКО, $n=2400$ об/мин, $v=400$ м/мин, $s=0,038$ мм/об
6	0	1,7	1,5	10	8,0	13	
7	0,1	1,55	2,0	10	5,5	13	
8	0,1	1,53	1,0	8	8,0	15	
9	0,2	1,3	2,0	11	5,0	12	
10	0,2	1,0	2,0	8	5,0	10	
11	0	2,5	3,0	9	6,0	11	Подшипники УКФ, обработка стали 1035, $n=1880$ об/мин, $v=238$ м/мин, $s=0,038$ мм/об
12	0	2,4	3,0	8	6,0	9	
13	0,03	1,85	3,5	8	5,0	11	
14	0,05	1,4	3,0	8	5,0	9	
15	0	2,3	2,0	5	4,0	10	Подшипники УКФ, обработка бронзы АМПКО. Режим резания тот же, что и в опытах 5—10
16	0,05	1,9	1,5	7	3,0	6	

Более высокая чистота поверхности, полученная при применении подшипников УКФ, и ее улучшение с увеличением натяга могут быть объяснены на основании анализа работы подшипника качения.

Чем больше точек контакта в подшипнике и чем они равномернее распределены по окружности, тем более плавно вращается шпиндель. Равномерность контакта может нарушаться неправильными геометрической формой и размерами тел качения и беговых дорожек, а также зазорами в посадке колец. Появляющиеся в результате этого микроперемещения и сотрясения шпинделя непосредственно влияют на чистоту поверхности.

Таким образом двухрядные шарикоподшипники УКФ с 24 шариками и с внутренним предварительным натягом, устраняющим люфт в подшипнике, дают наиболее плавное вращение и лучшую чистоту поверхности.

Подшипники ГПЗ типа 314 и 6314, имеющие по 8 шариков, дают менее чистую поверхность. Практически еще хуже условия контакта в косороликовых подшипниках ввиду трудности идентичной пригонки серии конических тел качения к двум коническим поверхностям беговых дорожек. Поэтому при их применении получается поверхность худшего качества, чем при шариковых, хотя теоретически 16 роликов создают возможность хороших условий контакта.

Некоторое положительное влияние предварительного натяга в небольших его пределах может быть объяснено возникающими при этом деформациями.

Под влиянием усилия натяга тела качения (и частично беговые дорожки) несколько деформируются, вследствие чего увеличивается площадь контакта тел качения, а отчасти и их число, за счет ранее свободных отдельных шариков или роликов, выполненных по нижнему пределу допуска. Улучшение условий контакта обеспечивает более устойчивое вращение шпинделя.

Влияние вынужденных колебаний и вибраций станка. В процессе работы станка происходят так называемые вынужденные колебания низкой частоты, возникающие в его приводе, в связи с особенностями конструкции, а также дефектами изготовления и монтажа вращающихся элементов (шестерни, подшипники, шкивы, приводной ремень). Как показывают опыты, эти колебания имеют частоту, близкую или кратную числу оборотов мотора или шпинделя станка. Амплитуда вынужденных колебаний для данного станка также зависит от числа оборотов шпинделя, а для разных станков, кроме того, от их конструкции и качества изготовления привода.

Горизонтальная или вертикальная составляющая этих колебаний может быть записана при помощи механических вибрографов (Кембриджской компании, Гейгера и др.), устанавливаемых на передней бабке или на станине станка, а также осциллографами с электроемкостными и другими датчиками.

Таблица 7

№ виброграммы	Условия опыта	Номинальн. n об/мин шпинделя	Частота колебаний мин.	Амплитуда мм
8	Мотор не включен	0	0	0
9	Холостой ход шпинделя	500	480	0,010
10	То же	1000	960	0,015
11	"	1500	1440	0,020
12	"	3000	2520	0,018

В табл. 7 приведены данные записанных в горизонтальной плоскости виброграмм колебаний токарного станка с четырехскоростным встроенным мотором (тип 161Э) при неподвижном и вращающемся с различными числами оборотов шпинделя. Следует отметить, что частота колебаний весьма точно совпадает с фактическим числом оборотов шпинделя (с учетом скольжения мотора). Амплитуда колебаний возрастает с увеличением числа оборотов, но максимального значения достигает при 1500 об/мин, а не при 3000 об/мин, что, видимо, объясняется явлением резонанса.

Таблица 8

Условия опыта	Число оборотов шпинделя мин.	Частота колеба- ний мин.	Амплитуда, мм	
			в горизон- тальной плоскости	в верти- кальной плоскости
Холостой ход мотора	1880	6800	0,010	—
То же редуктора	1880	6800	0,048	0,010
шпинделя	1880	6800	0,052	0,016
Обточка при $t = 1,3$ мм	1850	6000	—	0,016
" . $t = 2,4$ "	1750	5400	—	0,016
" . $t = 3,6$ "	1600	4800	—	0,016

В табл. 8 приведены данные вынужденных колебаний токарного станка типа 161Л с приводом от редуктора, укрепленного в тумбе станины, на разгруженный от натяжения ремня шпиндель. Сложность конструкции привода обусловила значительно большую амплитуду колебаний этого станка. Необходимо указать, что замеры вертикальной составляющей колебаний дают значения в 3—4 раза меньшие, чем для горизонтальной составляющей, которая, следовательно, является основным параметром колебаний станка.

На рис. 5 представлен график зависимости амплитуды колебаний токарных станков трех типов от числа оборотов шпинделя [5]. Обращает на себя внимание резкое возрастание амплитуды колебаний станка Вайперт, имевшего тяжелый небалансированный патрон и разработанные подшипники шпинделя.

Влияние величины амплитуды колебаний в горизонтальной плоскости на чистоту поверхности при обработке чугуна, стали, бронзы и алюминия показано на рис. 6. Графики говорят о том, что с возрастанием амплитуды весьма резко увеличивается $H_{\max}$, особенно у чугуна и стали. Это явление необходимо учитывать при назначении высоких скоростей резания для деталей малых диаметров и, особенно, при создании быстроходных отделочных станков. При приемке таких станков, помимо, целесообразно не только испытывать их на чистоту обработки, но и прямо оговаривать в техусловиях допустимую величину амплитуды горизонтальных колебаний. Эта величина для отделочных токарных станков не должна превышать 10 μ .

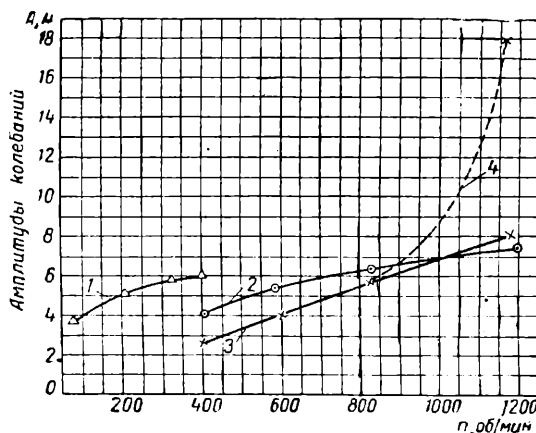


Рис. 5. Зависимость амплитуды колебаний станков от числа оборотов шпинделя при холостом ходе.

1 — станок Удмурт 161 А без патрона; 2 — станок завода 810 типа Кергер с патроном; 3 — станок Вайперт STR-18 без патрона; 4 — станок Вайперт STR-18 с патроном

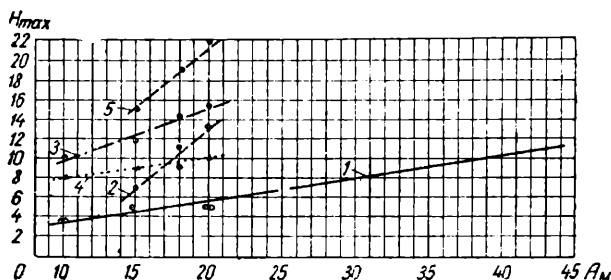


Рис. 6. Влияние амплитуды (A, μ) вынужденных колебаний станка на микрогеометрию поверхности при тонком точении.

1 — бронза АМПКО; 2 — сталь 1035 при $\gamma = 20^\circ$, $v = 17$ м/мин; 3 — чугун 60 HВ; 4 — алюминий; 5 — сталь 1035 при $\gamma = 0^\circ$, $v = 20$ м/мин

Влияние вынужденных колебаний также необходимо учитывать и, по возможности, исключать при всех исследованиях зависимости $H_{\max} = f(v)$. С этой целью можно рекомендовать предложенную и использованную автором методику обточки болванок со ступенями разных диаметров. Применение таких болванок позволяет легко выдерживать условие постоянства числа оборотов шпинделя ($n = \text{const}$) для получения различных скоростей резания при исследовании зависимости $H = f(v)$ и условие $v = \text{const}$ для исследования зависимости $H = f(A)$, где A — амплитуда горизонтальных колебаний станка при различных числах оборотов в минуту шпинделя.

Исследование влияния вибраций (автоколебаний), возникающих в процессе резания, на микрогеометрию поверхности проводилось для стали 1045 и бронзы АМІКО. Искусственное возбуждение вибраций достигалось проточкой конических болванок, благодаря чему глубина резания могла возрасть от 0 до 5 мм. Обычно при $t = 1-2$ мм возникали вибрации с частотой 6500—7500 гц, проявлявшиеся в „писке“ резца и в вибрационном следе (дроблении) на поверхности детали.

Некоторые данные этих работ приведены в табл. 6. В ней указаны величины поперечной H_s (в направлении подачи) и продольной H_v (в направлении резания) шероховатости [2]. Они показывают, что продольная шероховатость (H_v) всегда меньше поперечной (H_s), причем для недробленной поверхности это соотношение составляет от 3 до 5, а для дробленной от 2 до 2,5 (в начале вибраций). Возникновение вибраций, происходившее в данных условиях при $t > 1$ мм, увеличивает продольную шероховатость в 2—4 раза и лишь на 30—40% — поперечную. В некоторых случаях H_s с началом вибраций не повышается. Характерно, что с увеличением натяга вибрации возникали при меньшей глубине резания, т. е. подшипники становились менее виброустойчивыми. Это можно объяснить тем, что деформированный под действием предварительного натяга подшипник делается менее эластичным, в связи с чем понижается его способность поглощать возмущающие усилия, возрастающие при увеличении глубины резания.

Необходимо также отметить, что неровности в окружном направлении болванки появляются независимо от видимого вибрационного следа, который виден невооруженным глазом при высоте волн не менее 2—3 μ , т. е. при величинах значительно меньших, чем $H_{\max}$.

Характер образования шероховатости при тонком точении. Как известно, предложенные различными авторами [1] расчетные формулы для определения высоты гребешков при точении не дают действительной высоты неровностей. Объясняется это тем, что эти формулы основаны на геометрических факторах профиля и не учитывают явлений пластических и упругих деформаций в процессе резания металла [4].

Как показали исследования, характерной особенностью тонкого точения является то, что изменение величины подачи весьма незначительно влияет на высоту шероховатости. Таким образом в этой зоне основными факторами микрогеометрии служат не геометрические факторы, а условия стружкообразования, зависящие от рода металла, скорости резания, работы станка и др.

Для объяснения этого явления рассмотрим схему образования неровностей поверхности при точении (рис. 7). В верхней части рисунка показан теоретический профиль поверхности, где высота гребешков $H_{расч} = \frac{s^2}{8r}$; в средней — дана схема фактического профиля при точении с большой подачей. Здесь, кроме гребешков, имеются надрывы поверхности, возникающие в процессе резания, по величине меньшие чем $H_{расч}$. Внизу приведена схема профиля при тонком точении. Здесь величины $H_{расч}$ составляют доли микрона, а фактическая шероховатость определяется указанными выше надрывами поверхностного слоя, высота которых в этом случае во много раз превосходит $H_{расч}$. Серьезное влияние при этом может иметь состояние режущей кромки, скорость резания, состояние станка и ряд других факторов.

Изложенное представление о характере образования шероховатости позволяет также объяснить влияние рода обрабатываемого материала на высоту $H_{\max}$. Каждый материал, при прочих равных условиях, дает свойственный ему характер среза, который и определяет шерохова-

тость поверхности в зоне тонкого точения. Это представление подтверждается также характером профиля поверхности при тонком точении. При рассмотрении фотографий световых сечений весьма трудно заметить следы подачи, т. е. равномерное чередование гребешков. В большинстве случаев они располагаются беспорядочно, и по форме профиля тонко обточенные поверхности напоминают шлифованные.

На рис. 8 представлены семь профилограмм бронзовых образцов, проточенных с различными подачами. Профилограммы, записанные с вертикальным ($\times 400$) и горизонтальным ($\times 30$) увеличением, наглядно подтверждают

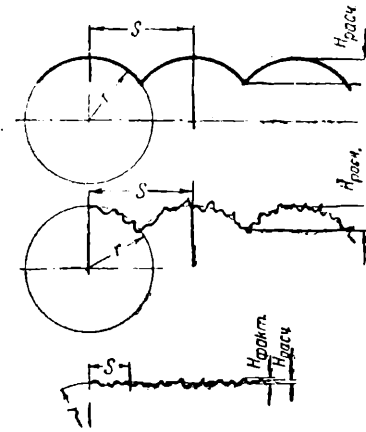


Рис. 7. Схема образования шероховатости поверхности при точении

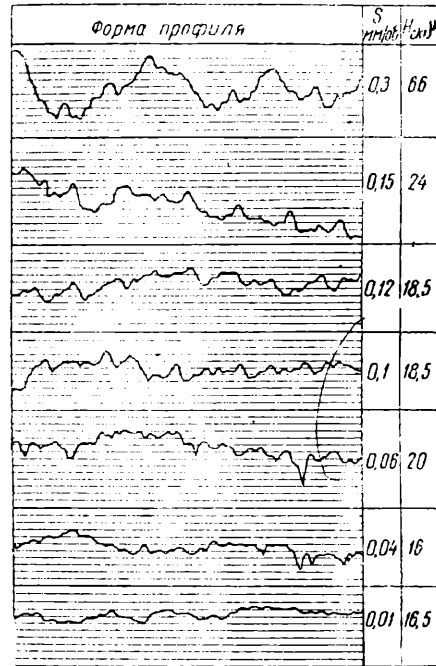


Рис. 8. Профилограммы поверхностей бронзы, обточенной с $v = 120$ м/мин, $t = 0,5$ мм, резцом с $r = 1$ мм при различных подачах

схему образования неровностей при тонком точении, показанную на рис. 8. По мере уменьшения подачи все большее значение имеют надкрывы поверхности, свойственные данному металлу.

Выводы

1. Главными факторами, определяющими чистоту поверхности при тонком точении, являются: род обрабатываемого материала, состояние станка, режим резания, геометрия и доводка инструмента.

2. Основным параметром чистоты поверхности должен служить показатель поперечной шероховатости, которая независимо от условий обработки всегда в 1,5—3 раза больше высоты неровностей в продольном направлении.

3. В зависимости от рода материала при обработке без охлаждения можно получить следующую чистоту поверхности:

для цветных сплавов $H_{\max} = 1,5-3$ р, т. е. 9—8 класс
 для стали средней твердости $H_{\max} = 3-5$ р, т. е. 8—7
 для чугуна 160 H_B $H_{\max} = 4-6$ р, т. е. 7

Это необходимо иметь в виду при составлении классификаций чистоты поверхности в зависимости от рода обработки, а также при назначении классов чистоты обработки деталей по новому ГОСТ (минимальную высоту шероховатости, получаемую для данного матери-

ала при определенных условиях обработки, следует принять как коэффициент чистоты при испытании металлов на обрабатываемость).

4. Для получения удовлетворительной чистоты поверхности при тонком точении горизонтальная составляющая вынужденных колебаний станка не должна превышать 0,01 мм.

5. При использовании подшипников качения для опор шпинделей ответственных станков целесообразно применять шариковые подшипники высокой точности с большим числом шариков, без люфта или с предварительным осевым натягом порядка 0,05—0,1 мм.

6. Черные металлы следует обрабатывать со скоростями резания выше зоны „критических“ скоростей, характеризующейся крутым падением кривой $H_{\max} = f(v)$. Для чугуна и стали средней твердости скорости резания, дающие плавное прямолинейное снижение высоты $H_{\max}$, начинаются от 130—180 м/мин.

7. При обработке цветных металлов в пределах практически применяемых скоростей зона их критических значений отсутствует, и зависимость $H_{\max} = f(v)$ выражается прямой, незначительно понижающейся с увеличением скорости.

8. Учитывая вопросы производительности, следует применять возможно более высокие скорости резания (порядка 18)–300 м/мин для чугуна и стали и 400—1000 м/мин для цветных металлов), ограничиваемые величиной колебаний станка, возникающих при высоких числах оборотов, и стойкостью инструмента.

9. Применение весьма малых величин подачи не дает значительного улучшения чистоты поверхности; поэтому для тонкого точения целесообразно применять подачи порядка 0,05—0,10 мм/об.

10. Чистота поверхности практически не зависит от глубины резания, в связи с чем ее следует брать в пределах 0,1—0,5 мм, ограничивая условиями безвибрационной работы и стойкостью инструмента.

11. Из элементов геометрии резца наибольшее влияние на чистоту поверхности имеют радиус вершины r (в мм), вспомогательный угол в плане φ_1^0 и радиус скругления лезвия ρ (в μ).

12. Вопрос о влиянии режима резания и геометрии инструмента на микрогеометрию поверхности при отделочном точении исследован настолько, что возможно приступить к выработке производственных нормативов для выбора условий обработки, обеспечивающих заданный класс чистоты.

Наряду с этим особое внимание следует уделить изучению влияния состояния станка на шероховатость и закономерность ее образования при обработке различных металлов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белецкий Д. Г., Тонкое точение, Оборонгиз, 1946.
2. Белецкий Д. Г., Влияние отдельных факторов процесса тонкого точения на микрогеометрию обрабатываемой поверхности, Диссертация, Станкин, 1944.
3. Gottschald R., Oberflächengüte und Körperform beim Drehen, „T. Z. für praktische Metallbearbeitung“, 1930, № 19—20.
4. Дьяченко П. Е., Зависимость микрогеометрии поверхности от условий механической обработки, Диссертация, Институт Машиноведения АН СССР, 1946.
5. Белецкий Д. Г., Проект нормативов для приемки токарных станков по чистоте обрабатываемой поверхности, МВТУ, 1946.
6. Galloway D. F., Recent Research in Metal Machinery, „The Inst. of Mech. Engin. Proceedings“, 1945, vol. 153, № 4.

Опытные центробежные отливки полового инструмента из инструментальной стали

Инж. И. А. ПОПЛАВСКИЙ

В годы войны, когда потребность в различном штамповочном, калибровочном и режущем инструменте сильно возросла, возникла необходимость ускорить и удешевить его производство, применив новые методы и технологические приемы. Московский инструментальный завод предложил ЦНИИГМАШ произвести центробежную отливку нескольких партий стальных втулок-камор, применяемых на заводах боеприпасов. Эти втулки-камеры изготавливаются из инструментальной стали марки У10-А и в обработанном виде представляют собой патрубок с фланцем. Общая длина втулки — 237 мм, наружный диаметр — 108 мм, внутренний — 73 мм, наружный диаметр фланца — 193 мм, толщина фланца — 30 мм.

Рабочей поверхностью втулки-камеры являются внутреннее отверстие и торец; плоскость фланца служит для крепления втулки. Поэтому припуск на обработку отливки (рис. 1) по внутреннему диаметру составляет по 3,5 мм на сторону ($\varnothing 66$), по наружному диаметру

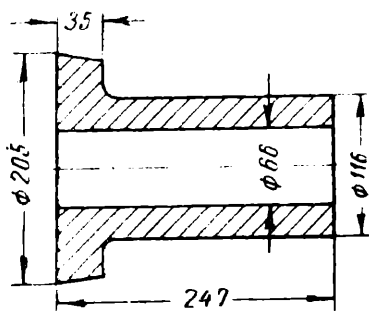


Рис. 1

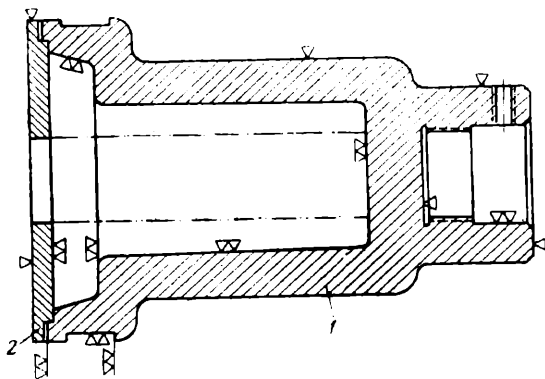


Рис. 2

фланца — по 6 мм на сторону ($\varnothing 205$), по длине втулки — по 5 мм на каждый конец (247 мм), по толщине фланца — на обработку фланцевой плоскости — 6 мм (35 мм).

Задняя плоскость фланца и наружная поверхность втулки впоследствии оставались не обработанными. Соответственно конструкции отливки была спроектирована чугунная изложница 1 (рис. 2) с раструбом для горизонтальной центробежной машины. Крышка 2 к изложнице сделана из железа толщиной 15 мм. Для защиты секторных гаек 1 (рис. 3) от забрызгивания жидким металлом сделан кожух из железа толщиной 2 мм. Три лапки он навешивается на крышку и вместе с нею затягивается на изложнице секторными гайками и крепежными болтами 2.

Первоначально применялся заливочный жолоб 3 из чугуна. Внутри он был промазан огнеупорной глиной и подсушен. Однако из-за высоких температур жидкой стали и небольшого внутреннего отверстия заливаемой детали конец его быстро оплавлялся и сгорал. Поэтому он был заменен сварным жолобом из стали толщиной 1,5 — 2,0 мм, который оказался более устойчивым.

Отливка производилась в горизонтальной центробежной машине системы ЦНИИГМАШ, разработанной инж. Б. Е. Вагиным (рис. 2).

Мощность мотора этой машины 2,2 квт при 1440 об/мин. Вал изложницы делает $n_1 = 625$, $n_2 = 1000$, $n_3 = 1610$ об/мин, передача от вала мотора к валу изложницы — клиновидными ремнями.

Длина машины вместе с мотором 1750 мм, ее ширина — 820 мм и высота — 1050 мм; занимаемая площадь — 1,5 м².

Число оборотов изложницы было установлено на основании практических данных, показывавших, что окружная скорость на наружном диаметре отливки должна быть в пределах 6,7 — 9,5 м/сек. Средняя скорость вращения изложницы была принята $n = 1000$ об/мин. Тогда окружная скорость на поверхности втулки, имевшей наружный диаметр 116 мм, получалась по формуле

$$v = \frac{\pi d n}{60},$$

$$v_1 = \frac{3,14 \cdot 0,116 \cdot 1000}{60} = \frac{364,2}{60} \approx 6,07 \text{ м/сек}$$

и на поверхности фланца с наружным диаметром 205 мм

$$v_2 = \frac{3,14 \cdot 0,205 \cdot 1000}{60} = \frac{643,7}{60} \approx 10,6 \text{ м. сек.}$$

Обе эти скорости близки к указанным выше пределам.

На заливку одной втулки вместе с потерями на выпуск при разливке из печи и заливке изложницы требуется всего 19—20 кг. Для получения малых порций жидкого металла наиболее подходит высокочастотная электрическая плавильная печь. Такие печи вместе с тем являются и лучшими плавильными агрегатами для высококачественных стальных отливок. Плавки производились в печи емкостью 50 кг с ламповым генератором мощностью 70 квт. Печь имела кислую футеровку, наиболее распространенную в заводских индукционных печах. Ее преимущества перед основной футеровкой заключаются в более высокой термической стойкости и в том, что она

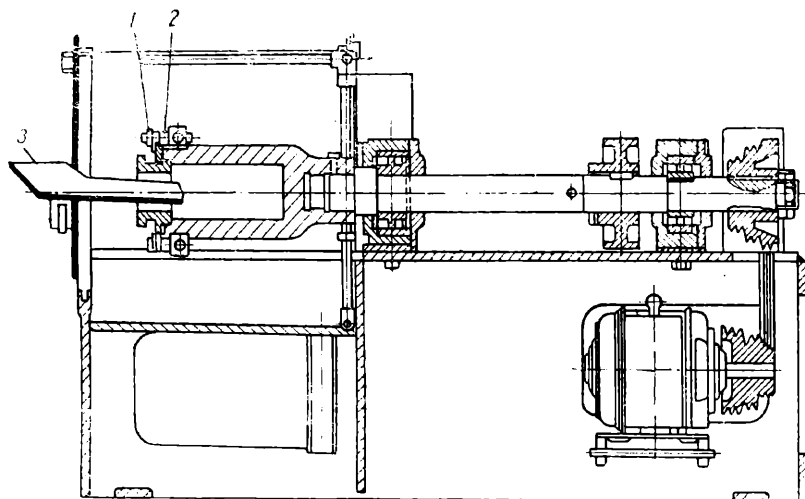


Рис. 3

не дает усадки и является хорошим диэлектриком. Кроме того, при плавке в печах с кислой футеровкой снижается расход электроэнергии, флюсов и раскислителей и удешевляется эксплуатация. Футеровочным материалом служит молотый кварцит, смоченный водою. Для связи прибавлялось 2—3% борной кислоты. В качестве флюсов было взято битое стекло.

В шихту были использованы отходы и стружка инструментальной стали У10-А следующего химического состава: 0,95—1,09% С; 0,30% Мп; 0,35% Si; 0,20% Cr; 0,25% Ni; 0,040% S и 0,040% P.

В печь загружалось 40 кг. На угар элементов шихты в нее, кроме того, вводились углерод (кокс, графит, электроды), ферросилиций, ферромарганец и феррохром. Для раскисления непосредственно в ковш перед выпуском в него жидкого металла добавлялся алюминий.

Присадки феррохрома и кокса (или графитовых электродов) вводились в твердую завадку, а ферромарганец и ферросилиций — в жидкую ванну. Изложницы заливались двухручным ковшем емкостью 25—30 кг. Так как на заливку требовалось около 20 кг, то сорокакилограммовая плавка делилась на две порции. Вторая порция оставалась в печи. Перед следующей заливкой снова включался ток и металл доводился до нужной температуры.

Температура выпуска плавки составляла 1520—1530°, температура заливки 1480—1490°, время заливки 8—10 сек. Машина включалась за 1—1,5 мин. до заливки, и изложница заливалась при полном числе оборотов. Вращение изложницы продолжалось 1,5—2 мин. до темнокрасного цвета внутри отливки. Вынутая отливка засыпалась сухим формовочным песком и оставлялась до полного охлаждения.

Примерно через 4,6—5,6 мин. производилась вторая заливка. Для ускорения сборки и на случай залива шейки излишками металла были сделаны две запасные крышки. Продолжительность первой плавки в 50-килограммовой высокочастотной печи 55—60 мин., средняя продолжительность плавки 45—50 мин.

Внутренняя поверхность изложницы была расточена с небольшим конусом ($\varnothing 116/\varnothing 119$ мм на длине 212 мм) для облегчения удаления отливки. Благодаря разным коэффициентам усадки чугунной изложницы и стальной отливки последняя легко извлекается из формы, поэтому при небольшой длине отливки можно обойтись и без конической расточки.

Внутренняя обмазка изложницы не применялась. При законченной или смазанной графитом, а также при сильно перегретой изложнице поверхность отливки получается изборозженной газовыми канавками до 1,5 — 2 мм глубиной.

Холодная изложница и крышка подогревались изнутри болванкой, раскаленной в кузнечной печи. Оптимальной температурой подогрева изложницы следует считать 600 — 800°.

На качество внутренней поверхности отливки влияет правильная дозировка металла при заливке. Кроме того, важно, чтобы носок жолоба входил в изложницу не глубже, чем на 2 — 3 см от задней плоскости фланца отливки, а наклон дна жолоба составлял 3 — 4° к оси изложницы (рис. 3). Крышка при вращении не должна задевать стенки жолоба.

Твердость сырого литья составляла 30 — 40 R_C. Перед механической обработкой литые заготовки подвергались отжигу до твердости 12 — 15 R_C. После механической обработки изделия закалялись и отпусались до твердости 55 — 62 R_C. Готовые каморы-втулки были переданы для производственных испытаний, во время которых они выдержали 160 000 калибровок, тогда как кованые выдерживали 150 000 калибровок. Износ составлял около 0,5 мм на диам. 73 мм, или 0,25 мм на сторону. Этот износ был устранен хромированием.

Выход годных отливок в первых опытах составлял 66%, но есть основания считать, что при налаженном технологическом процессе их выход может быть доведен до еще более высокого процента.

До сих пор каморы-втулки изготовляются из сплошной заготовки длиной приблизительно 260 мм и диам. 220 мм. Центробежная отливка камор-втулок освобождает прокатно-ковочное оборудование, более чем в 12 раз уменьшает механическую обработку и примерно во столько же раз уменьшает расход металла.

Производство фасонного стального литья в Германии во время второй мировой войны¹

Канд. техн. наук, доц. Л. И. Левин

Развес и характер литья и выплавка жидкой стали

Отливались отливки весом от нескольких десятков грамм до 230 т.

Большая часть литья шла на вооружение и оборудование броневых частей (танки, тракторы, самоходки, самолеты, морские суда, подводные лодки, минометы, орудия, орудийные повозки и пр.). Много литья потребляли заводы, имевшие во время войны вспомогательное значение (паровозостроительные, железнодорожного транспорта, горного оборудования, тяжелого машиностроения, производившие прессовое и энергетическое оборудование, крекинг, синтетический бензин и т. д.).

Литьем производили часть продукции, которую в мирное время изготовляли сваркой или ковкой. Значительную часть чугунных изделий перевели на стальное литье. Из 198 крупных сталелитейных военного времени только 120 плавил сталь и до войны. Остальные 78 цехов производили чугунное литье. Все они изготовляли сталь в кислых конвертерах бокового дутья.

В табл. 1 представлены данные о выплавке жидкой стали в 1943 и 1944 гг. для фасонного литья².

Наибольший выпуск был достигнут в 1944 г.

Производство стали различными процессами для фасонного литья в наиболее напряженные военные месяцы по сравнению с сентябрем 1938 г. представлено на рис. 1. Общий выпуск стали, достигнутый в апреле 1944 г., был максимальным и в дальнейшем не превышался. Интересно отметить, что этот максимум был достигнут после восстановления значительного числа сталелитейных цехов, разрушенных бомбардировками летом 1943 г., когда выплавка стали понизилась на 30%. Рост выпуска стали для литья обеспечивали главным образом конвертеры, которые в марте 1944 г. производили на 300% больше стали, чем до войны. Производство ее в мартовских нечах резко понизилось и в конце 1944 г. составляло около 10% довоенного.

¹ Briggs C., «The Foundry», 1946, апрель и октябрь.

² По статистическим данным Всегерманского объединения стального литья и Ассоциации немецкой сталелитейной промышленности.

Таблица 1

Выплавка жидкой стали, т

Месяц	Число рабочих дней	Мартеновские печи	Электropечи	Конвертеры	Всего
1943 г.					
Январь	25	56 506	41 168	48 355	146 024
Февраль	24	52 161	42 045	49 436	143 642
Март	27	59 362	47 477	56 720	163 559
Апрель	24	49 996	32 876	49 223	142 095
Май	26	52 889	39 412	42 115	134 416
Июнь	25	45 802	38 981	39 867	124 650
Июль	27	48 152	41 730	41 407	131 289
Август	26	42 504	36 717	39 561	118 782
Сентябрь	26	43 856	44 065	51 402	139 323
Октябрь	26	47 444	44 484	57 222	149 150
Ноябрь	26	49 365	46 769	59 714	155 848
Декабрь	26	45 245	47 867	59 740	152 852
					1 701 635
1944 г.					
Январь	26	48 633	49 224	59 546	157 403
Февраль	25	51 462	48 367	59 889	159 718
Март	27	53 663	53 719	63 577	170 959
Апрель	23	48 085	47 678	56 087	151 850
Май	25	50 413	51 953	58 532	160 898
Июнь	26	50 931	54 417	61 202	166 550
Июль	26	51 275	52 246	60 188	163 899
Август	27	49 457	51 425	62 878	163 760
Сентябрь	26	49 412	47 233	61 038	157 683
Октябрь	26	45 554	45 026	53 177	143 757
Ноябрь	26	34 017	35 789	40 102	113 808
Декабрь	24	30 280	31 900	35 047	97 227
					1 807 502

В апреле 1944 г. в конвертерах выплавляли 37% стали, в мартеновских печах 32% и в электропечах 31%. Почти все мартеновские и электроплавильные печи работали на основной футеровке, все конвертеры — на кислой.

Мартеновский процесс. Мартеновские печи с основной футеровкой имели емкость 30—35 т. Печи большей емкости применялись реже. На Веймарском заводе Бохумской Компании была 60-т печь.

Германские металлурги считают, что емкость мартеновской печи 30—35 т для получения качественной стали является оптимальной. Футеровка печей — набивная из доломита с 6—12% смолы. Магнезитовую футеровку применяли редко, так как при работе на доломите в стали получалось более низкое содержание серы. Топливом служил коксовый или генераторный газ.

Шихтовка производилась с таким расчетом, чтобы металл после расплавления содержал 0,85—1,0% С. В течение часа количество углерода понижалось до 0,15—0,30%.

В процессе плавки особое внимание уделялось контролю состава шлака на закись железа, техника анализа которого была исключительно высока. Время определения закиси железа доходило до 10 мин.

При высоком содержании фосфора в шихте (что наблюдалось в большинстве случаев) скачивали шлак; часто эту операцию производили трижды. Сталь со шлаком нередко выпускали в ковш, из которого шлак удаляли, сталь же, прошедшую через дефосфорирующий шлак, сливали опять в печь. Конечное содержание фосфора в основной мартеновской стали составляло около 0,02%.

Кислую мартеновскую сталь выплавляли только три сталелитейные³ в 20—30-т печах.

Литье сложной конфигурации преимущественно производили из основной стали, так как при содержании в ней около 0,02% S и раскиснении ее алюминием можно

³ Krupp, Deutsche Eisenwerke, Ruhrstahl Gelsenkirchener.

получить металл с высокой вязкостью в горячем состоянии. Это почти исключает образование горячих трещин в отливках. Шихта при кислом мартеновском процессе состояла из 25—30% низкосернистого и низкофосфористого чугуна и из остатков скрапа от основного мартеновского процесса. После расплавления сталь содержала 0,6—0,8, % С. Расход руды составлял 0,7—1,2% от веса шихты.

Окислительный период поддерживается в течение длительного времени, так как считается, что только при этом условии можно получить высококачественную кислую сталь, содержащую по 0,04% Р и S.

Кислую мартеновскую сталь применяли главным образом для неотвественного литья, сравнительно несложной конфигурации (например, для колес шихтовых ваго-неток, для шкивов самоходок и для других отливок круглой и симметричной формы), в которых горячие трещины образуются очень редко.

Электросталеплавильный процесс. Главным образом применялись печи с основной футеровкой. Их емкость колебалась в довольно широких пределах: от 2 до 40 т. По конструкции они разделились на: 1) обычные стационарные печи; 2) стационарные печи с отводящимся сводом (Stain-Roubair); 3) печи с неподвижным сводом и выкатывающимся плавильным пространством (Brown-Boveri); 4) печи с неподвижным сводом, наклоняющиеся до 30° (De-Mag).

Футеровка всех печей — доломитовая с 6—10% смолы. Толщина набойки подины 8—40-т печей — 400—500 мм, боковых стен — 250—300 мм. Своды делались из динасовых кирпичей, выложенных рядами (а не concentрично, как принято во многих литейных США и СССР).

Стойкость огнеупоров пода приблизительно 600—1000 плавов, боковых стен — 80—100 плавов.

Широко применялись набивные самоспекающиеся электроды типа Содерберга. Для печей емкостью 6—8 т требуются электроды диам. 400 мм. После расплавления металл содержит 0,5—1,0% С; за время последующих операций содержание его понижается на 0,3%.

Для наиболее полного удаления фосфора во время окислительного периода шлак снимают 2—3 раза.

Рафинирование производится под белым шлаком в продолжение 1—1,5 час. Чтобы максимально удалить влагу и водород из ферросплавов, перед присадкой в печь их прокаливают. Ферросилиций нагревают до 530—700°. Флюсы хранят в сухих местах во избежание поглощения ими влаги.

В некоторых литейных не допускается, чтобы конечный шлак содержал в сумме более 1% железа, марганца и хрома и чтобы содержание серы и фосфора в готовой стали превышало 0,02% (каждого); при производстве неотвественного литья содержание этих элементов разрешалось увеличить до 0,035%.

Из основной электростали изготовляли высокоответственное тонкостенное литье сечением от 6 до 12 мм, причем сталь для него выпускалась с температурой 1700—1800°.

Жидкотекучесть стали проверялась по пробе Руффа. Минимальная длина дорожки Руффа при производстве литья для авиации — 320 мм. Выплавка стали для авиационного литья, требовавшая исключительно высоких температур, сопровождалась быстрым оплавлением и разрушением кислых сводов. Срок службы последних был увеличен применением экономайзеров новой конструкции (рис. 2 и 3). Кирпичи свода освобождаются в самом напряженном узле от веса экономайзеров. Это несложное усовершенствование позволило увеличить стойкость сводов с 25 до 150 плавов.

Из всех германских литейных только две применяли кислые электропечи, в которых производились углеродистые стали.

Руда вводилась вместе с шихтой, а также после расплавления. Содержание углерода по расплавлению составляло 0,30—0,40%, после кипа — 0,15—0,20%. Окислительный шлак содержал 25—40% FeO. Для уменьшения интенсивности кипа применяли шпигель.

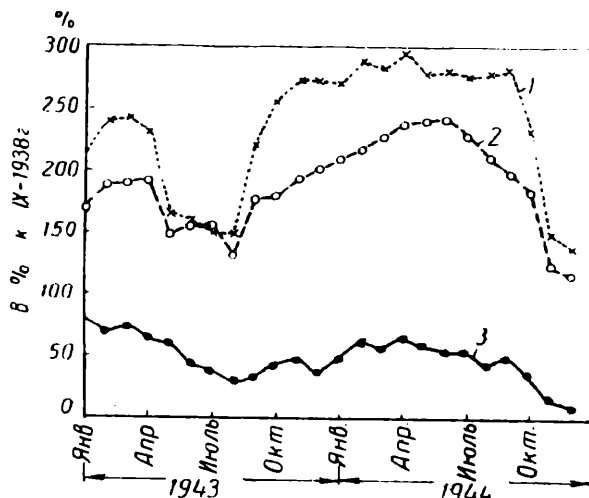


Рис. 1. Выплавка жидкой стали в лучшие военные месяцы по сравнению с сентябрем 1938 г.

1 — конвертер; 2 — электропечи; 3 — мартеновские печи

Понижение концентрации закиси железа в шлаке к концу периода кипа достигалось скачиванием шлака. Для рафинирования пользовались известняком и песком. Конечный шлак получался зеленого цвета.

Для раскисления давали 0,7—0,9 кг алюминия на тонну стали. Температура выпуска последней выше 1700°.

Конвертерный процесс. Для стального литья применяли большей частью конвертеры емкостью около 2 т. Стойкость их футеровки (рис. 4) от 80 до 100 плавов.

Для продувки пользовались ваграночным чугуном: 2,3—2,8% С, 1,3—1,6% Si; 0,10—0,12% S; 0,07—0,08% P.

Во время выпуска в ковш чугун подвергался десульфурации.

Ферромарганец перед посадкой в конвертер нагревался до 650°. До такой же температуры нагревался ферросилиций перед присадкой в ковш. Алюминий давался в количестве до 1,5 кг на одну тонну стали. Готовая сталь содержала от 0,095—0,12% P и 0,08—0,12% S.

Индукционные печи. В сталелитейных цехах применялось значительное количество индукционных печей. Большой частью они футеровались кварцитом с примесью 10% буре.

Футеровка выдерживала от 100 до 140 плавов низкоуглеродистой стали. Для наводки шлака применяли битос стекло в количестве около 2% от веса металлической заливки.

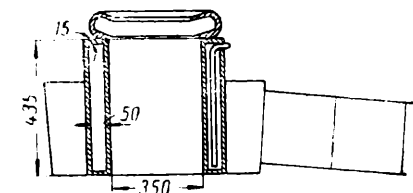


Рис. 2. Новая конструкция экспонмайзеров электротечей

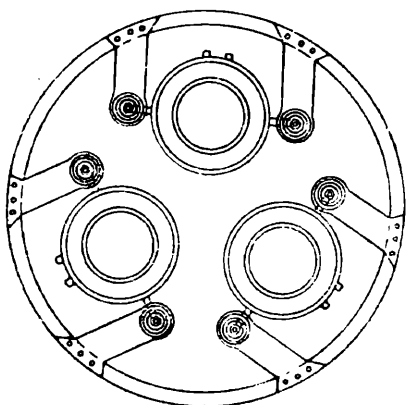


Рис. 3. Метод крепления экспонмайзеров новой конструкции

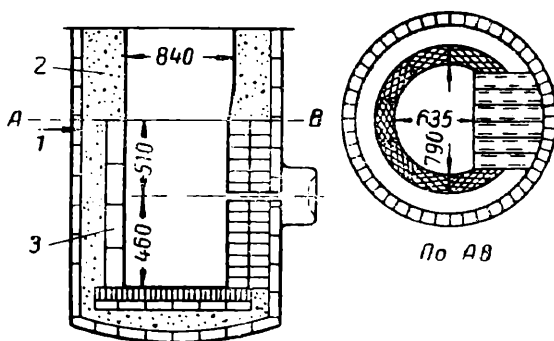


Рис. 4. Футеровка кислого конвертера.
1 — шамот; 2 — кварцевая набойка; 3 — дшаг

Особенности производства литья

Авиационное литье. Авиация была одним из крупнейших потребителей фасонного стального литья. Для нее изготовляли более 50 наименований отливок. Одна только литейная Ruhrstahl Anneres Pusstahlwerke выплавляла для авиационного литья ежемесячно около 1300 т жидкой стали. Литье принимала агентство Министерства авиации.

Наиболее ответственное литье испытывали в эксплуатационных условиях, на что требовалось иногда до 6 мес. По степени ответственности литье разбивалось на два класса: класс А — ответственное литье, приемка которого производилась по результатам испытания образцов и по твердости, и класс В, который принимался по твердости.

К авиационному литью предъявляются более высокие требования в отношении прочности, чем к литью нормального качества (табл. 2): предел прочности на разрыв должен быть не менее 90 кг/мм², удлинение — не менее 20%.

Ударные испытания производились факультативно на образцах толщиной от 18 до 62,5 мм (в зависимости от толщины критического сечения отливки).

Широко применялось литье из марганцевованадиевых и хромованадиевых сталей.

Все литье подвергалось термической обработке, после которой отливки испытывали в кипящем масле, выдерживая в нем 1,5 часа; затем производили пескоструйную обдувку и осмотр поверхности, причем в дефектных местах выступали масляные пятна. Такое испытание несложно и позволяет выявить шорки, которые трудно обнаружить обычным осмотром¹.

¹ Испытание в горячем масле целесообразно включить в технические условия на ответственное литье, производимое в литейных СССР.

Механические свойства литья по DIN1631

Марка	Максимальные значения				
	σ_b	σ_s	δ	ψ	a_k
Литье нормального качества					
38.81	38	—	20	—	—
45.81	45	—	16	—	—
52.81	52	—	12	—	—
60.81	60	—	8	—	—
Литье повышенного качества					
38.81	38	18	25	—	—
38.81 К	38	18	25	—	7
38.81 В	38	18	25	25	—
38.81 ВК	38	18	25	25	7
45.81	45	22	22	—	—
45.81 К	45	22	22	—	6
45.81 В	45	22	22	20	—
45.81 ВК	45	22	22	20	6
52.81	52	25	18	—	—
52.81 К	52	25	18	—	4
52.81 В	52	25	18	17	—
52.81 ВК	52	25	18	17	4
60.81	60	35	15	—	—

Все литье подвергалось специальным испытаниям в магнитном поле, а определенный процент отливок — рентгеновскому просвечиванию. Не считаясь с потерями жидкой стали, широко применяли прибыли. Для отливки весом в 1 т требовалось около 7 т жидкой стали⁵. При всех сталелитейных цехах имелись большие механические мастерские, в которых производилась грубая, а иногда и полная обработка отливок. В одной из сталелитейных, дававшей 100 т годного литья в месяц, очисткой и обработкой литья было занято 300 рабочих. Согласно специальному правительственному указанию не менее 2% (по весу) стальных конструкций самолетов изготовлялись из стального литья.

Броневое литье и литье для танков и артиллерии. Сталелитейные Германии производили ежемесячно около 4000 т фасонного броневого литья для танков, лафетов орудий, судов и подводных лодок. Только 4 сталелитейных (Bochumer Verein, Ruhrstahl, Reichswerke H. Goering, Linz and Krupp) выпускали для этих целей 2900 т литья в месяц.

В 1942—1943 гг. во время подготовки фортификации «Западного вала» заводы отливали в месяц около 1800 т броневых куполов фортов.

Наиболее распространенный химический состав броневого литья по легирующим элементам: 2,50—3,25% Cr; 0,25—0,50% Mo; 0,10—0,25% V. К концу войны, вследствие дефицитности молибдена, этот состав был изменен. Вес литья для фортов колебался в пределах 150—230 т.

Большая часть отливок подвергалась следующей термической обработке: нормализации при 815—980°, закалке в масле при 870—900° и отпуску при 560—680°.

Термической обработкой достигался предел прочности на разрыв в 70—105 кг/мм².

Траки для танков в начале войны изготовляли из высокомарганцевой стали с 12—14% Mn (сталь Гадфильда). Во время войны состав стали для траков постепенно менялся и в конце 1944 г. их начали отливать из обычной углеродистой стали с 0,40—0,50% С.

После отливки траки подвергались закалке в воде и последующему отпуску.

Формовка производилась по металлическим моделям в сырую. Формовочная смесь составлялась из чистого промытого мелкого кварца с 3—4% глины и 1% декстрина или из естественной земли с 12% глины и с добавкой декстрина.

⁵ В Германии не были известны сферические (закрытые) прибыли, действующие под атмосферным давлением, широко применяемые в СССР и США («Вестник машиностроения» № 11, 1944 и № 11—12, 1946).

Стержни изготовлялись на пескодувных машинах и после сушки их прозе- ряли калибром. Отлитые траки обрабатывали в литейных и соединяли в гусеницы длиной около 6 м.

Общий брак по тракам не превышал 20%.

Литье для минометов. Несколько тысяч тонн кислой конвертерной стали с 0,35—0,45% С использовывалось ежемесячно на литье минометов, размером от 90 до 150 мм гаубичного и мортирного типов. Общее содержание серы и фосфора в стали не превышало 0,25%. Обычное содержание около 0,10% Р и 0,12% S.

С первых дней войны отливку производили в чугунные четырехместные кокили. Внутренняя полость ствола заполнялась при помощи песчано-масляного стержня. Заливка делалась вертикальная — сверху через восемь карандашных питателей диам. 12,2 мм каждый. Сталь заливали в установленную в центре литниковую чашу, откуда она по каналам расходилась к каждому кокилю. Отливки заливались без прибылей. Сечение тела миномета приблизительно 35—40 мм; длина стержня около 600 мм. Изготавливались они на пескодувных машинах. За 9 час. две стерженщицы делали 600 стержней. Наружная поверхность стволов не отличалась чистотой. Все они подвергались механической обработке. Припуск на обработку составлял 12 мм.

Внутреннюю поверхность не обрабатывали. Кокиль выдерживал от 3500 до 4000 отливок; затем его растачивали для отливки стволов большего диаметра.

Сталь для минометов должна была иметь следующие механические свойства: предел прочности на разрыв — 59,5 кг/мм², удлинение — 3%. Стволы подвергались гидравлическому испытанию.

Сталелитейные Deutsch Eisenwerke и Mulheim производили в месяц около 35 тыс. минометных стволов, несколько других сталелитейных больше 20 тыс.

Артиллерийские офицеры США, вернувшиеся из Италии, указывали на хорошую службу литых стволов минометов; в германской армии их предпочитали кованым.

Литники и прибыли. Больше всего была распространена заливка сверху, затем ступенчатая заливка (точнее сифонная с дополнительными этажными литниками). В местах входа металла в форму устанавливали шамотовые кирпичи (лещадка).

Правильность заливки и питания контролировалась методом «вписанных окружностей».

Основные технологические вопросы заливки и питания отливок (расположение литников и прибылей) большинство литейных решало на специальных технических советах. Прибыли больше 375 мм разогревались вольтовой дугой, для чего служило особое переносное приспособление, состоящее из одного или нескольких электродов диам. 75—100 мм. Вольтова дуга зажигалась сразу после заполнения при- были металлом. Прибыли были массивными и высокими. Выход годного редко превышал 50% и часто был ниже 35%.

Формовка и стержневые работы. По уровню механизации германские литейные в большинстве своем уступают современным литейным СССР и США.

Из всех осмотренных Бритгсом литейных лишь одна имела современную зем- леприготовительную установку. Конвейеров и рольгангов было мало. Моно- рельсы применялись только в плавильных отделениях. Крупное литье производилось в глине. Формы иногда делали из песко-цемента. Значительное количество крупного стального литья изготовляли на шамотовых смесях. Шамот прокаливался, размалывался, просеивался и с добавкой сырой глины служил для формовки.

Мелкое и тонкостенное литье формовали в бельгийском естественно-окрашенном песке.

Формы окрашивали составом из графита, мелкоразмолотого шамота и воды. Шамотовые формы сушили при температуре до 540°, после чего они хорошо со- противлялись термическим и механическим воздействиям струи металла.

Чтобы увеличить лодатливость формы и стержней во время затвердевания (усадки) отливки, широко применяли жгуты из соломы, золу, кокс с пеплом, опил- ки и т. д.

Регенерации отработанные смеси не подвергались. К концу войны почти везде стали употреблять местные естественные пески с 12—15% глины, с зернами раз- мером от 75 до 100 (по АФА).

Поверхность литья получалась недостаточно чистой и ее почти всегда подвер- гали механической обработке.

В формовочных отделениях некоторых литейных широко использовали формо- вочные 5—10-т машины.

Стержни (в зависимости от их назначения) производились из песчано-масляных смесей, из песка с декстрином или из песка с декстрином, шамотом и цементом.

Масло в качестве связующего применялось в исключительных случаях — для высокоответственного литья.

Стержни, которые должны были быть выполнены с большой точностью, изго- товлялись на пескодувных машинах, главным образом фирмы Vogel-Schemmann. Машины отличались большим весом (1—2 т) и массивной конструкцией. Несмотря на низкий уровень механизации, пескодувные стержневые машины применялись во всех литейных, причем в некоторых работало до 10 машин.

На пескодувках производились стержни весом до 20 кг, размером до 500×200×150 мм; стержни в 10—15 кг могли быть изготовлены за 5 мин. Емкости бункера для песка у каждой машины составляла около 225 л. Стержневые ящики пескодувок делались из алюминия. Рабочую поверхность ящика изготовляли из прессованного эбонита. После износа рабочей поверхности менялся не весь ящик, а только внутренняя эбонитовая вкладка.

Обрубка и заварка литья. Обрезка прибылей и литников в большинстве литейных производилась большими дисковыми пилами диам. от 900 до 1800 мм. Такая обрезка предпочиталась автогенной, хотя и более дешевой, потому что плоскость обрезки служила базой для механической обработки.

Дробеструйными аппаратами пользовались чаще, чем пескоструйными, так как ими легче было очищать большой пригар на отливках. Поверхность последних зачищалась наждачными камнями (на бакелитовой связке).

Во всех литейных широко применялось исправление дефектов литья заваркой, причем чаще атомно-водородной, чем электро-дуговой, так как ее могут выполнять менее квалифицированные сварщики.

Около 70% всех сварочных работ производилось поэтому атомно-водородным способом. Отливки из мало- и среднеуглеродистой стали перед заваркой не нагревались. Все отливки с содержанием более 0,5% С и из легированных сталей перед заваркой подогревали до 100—180° в зависимости от химического состава и конфигурации.

Все дефекты обычного литья заваривали независимо от их глубины и площади. Исключение делалось только для броневого литья.

Заварку производили электродами различных сортов, от которых зависела прочность сварного шва после отжига (38—42 кг/мм²; 50—55 кг/мм² и 90—100 кг/мм²).

Кислородно-ацетиленовую заварку применяли в редких случаях — для особых целей.

После заварки литье подвергалось термической обработке, состоявшей в нагревании выше критических температур.

Центробежное литье. Стальные орудийные стволы отливали на горизонтальных центробежных машинах (рис. 5). Формы охлаждали водой; их покрытием служил слой мелкого песка в 3—5 мм. Цилиндрические втулки отливали главным образом на центробежных машинах с горизонтальной осью вращения. Новым в технологии литья втулок является применение металлических форм, охлаждаемых воздухом.

Центробежное литье на машинах с вертикальной осью вращения и центрофугирование широкого применения в Германии не имело.

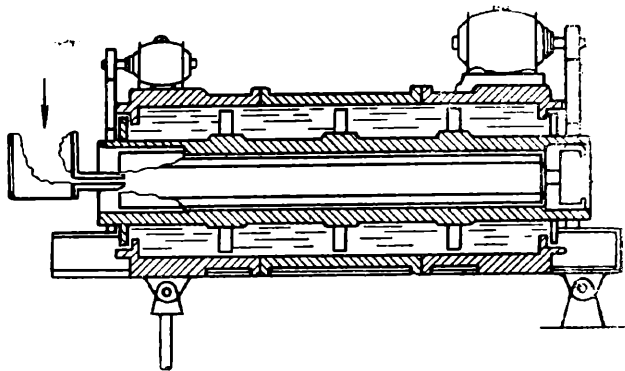


Рис. 5. Схема центробежной машины с горизонтальной осью вращения для отливки орудийных стволов (форма охлаждается водой)

Производство крупных отливок в кокильных формах с обмазкой

Канд. техн. наук В. С. КРАСОВИЦКИЙ

Обычные методы борьбы с недостатками кокильных форм оказываются малоэффективными, когда приходится иметь дело с крупными ставками. Большие размеры кокилей и отливок не позволяют успешно применять такие методы, как массовый отжиг деталей, выбивка деталей при температуре 800—900°, повышение содержания кремния в отливках (без ухудшения качества структуры металла), подогрев и охлаждение кокилей и т. д.

Поэтому вопросы качества литья и повышения стойкости кокилей не получили достаточно удовлетворительного решения при использовании кокильных форм для крупных отливок. Это в значительной степени мешало внедрению кокилей в этой области литейного производства.

С указанными трудностями нам пришлось столкнуться при кокильной отливке хрокатных полутвердых валков. Мы полагаем, что полученные нами удовлетворительные результаты при освоении кокилей для полутвердых валков могут быть использованы не только вальцелитейщиками, но и более широким кругом литейщиков при серийном производстве крупных отливок.

Как известно, в земляной форме наиболее активным слоем, участвующим в охлаждении отливки, является слой 10—15 мм¹. Следовательно, кокильная форма толщиной около 0,1 м, покрытая слоем обмазки примерно в 0,01 м, по своей теплопроводности не должна уступать обычной земляной форме.

Для сравнения теплопроводности кокильной формы без обмазки и с обмазкой толщиной в 0,01 м проведем элементарные расчеты, пользуясь следующими ориентировочными данными:

t_1 — температура заливки металла	1220°;
t_2 — " " " " " " " "	форм перед заливкой 20°;
λ_1 — коэффициент теплопроводности металлической формы	40 кг кал/м час °C;
λ_2 — " " " " " " " "	обмазки 0,25 " " " ;
λ_3 — " " " " " " " "	краски 0,6 " " " ;
S_1 — толщина стенки металлической формы	0,1 м;
S_2 — " " " " " " " "	слоя обмазки 0,01 м;
S_3 — " " " " " " " "	краски 0,003 м.

Очевидно, перепад температур от внутренней до наружной поверхности формы будет определяться термическими сопротивлениями, встречаемыми тепловым потоком. Обозначая через R_1 , R_2 и R_3 термические сопротивления металлической формы, обмазки и краски, найдем их значения:

$$R_1 = \frac{0,1}{40} = 0,0025 \text{ м}^2 \text{ час}^\circ \text{C/кг-кал};$$

$$R_2 = \frac{0,01}{0,25} = 0,04 \text{ " " " " " " " "};$$

$$R_3 = \frac{0,0003}{0,6} = 0,0005 \text{ " " " " " " " "};$$

Перепад температур при формах без обмазки (I) и с обмазкой (II) в момент заливки металла в форму определится следующим образом:

$$\Delta T_1^I = (t_1 - t_2) \frac{R_3}{R_1 + R_3} = 1200 \frac{0,0005}{0,003} = 200^\circ;$$

$$\Delta T_2^I = (t_1 - t_2) \frac{R_1}{R_1 + R_3} = 1200 \frac{0,0025}{0,003} = 1000^\circ.$$

Отсюда температура внутренней поверхности кокиля в первом случае будет равна:

$$t_3^I = t_1 - \Delta T_1^I = 1220 - 200 = 1020^\circ,$$

а во втором:

$$\Delta T_1^{II} = (t_1 - t_2) \frac{R_3}{R_1 + R_2 + R_3} = 1200 \frac{0,0005}{0,0043} = 14^\circ;$$

$$\Delta T_2^{II} = (t_1 - t_2) \frac{R_2}{R_1 + R_2 + R_3} = 1200 \frac{0,04}{0,0043} = 1116^\circ;$$

$$\Delta T_3^{II} = (t_1 - t_2) \frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_3} = 1200 \frac{0,0025}{0,0043} = 70^\circ;$$

$$t_3^{II} = t_1 - (\Delta T_1^{II} + \Delta T_2^{II}) = 1220 - (14 + 1116) = 90^\circ.$$

Таким образом обмазка в 10 мм понижает температуру внутренней поверхности кокильной формы в первый, наиболее важный для отливки и кокиля момент с 1020 до 90°. Следовательно, перепад температур и термический удар при кокиле с обмазкой в 11—12 раз меньше, чем при кокиле без нее. Это благоприятствует получению отливок с лучшей поверхностью и повышению стойкости кокилей.

¹ И. А. Чернышев, Металлические формы для кокильного литья, Литейное дело, 1933, № 9.

Таковы теоретические предпосылки для применения кокильных форм с толстым покрытием. Однако практическое решение этого вопроса встретило ряд затруднений. Основными из них были два: 1) подбор соответствующего состава и толщины обмазки и 2) изыскание оптимального способа покрытия.

В соответствии с требованиями технологии обмазка должна иметь следующие свойства: 1) достаточно прочную сцепляемость с внутренней поверхностью кокиля; 2) соответствие коэффициента ее объемного расширения коэффициенту объемного расширения кокиля; 3) низкий коэффициент теплопроводности; 4) минимальную газотворную способность; 5) высокую огнеупорность. Кроме того, обмазка должна состояться из недефицитных компонентов.

В итоге длительных лабораторных и производственных испытаний мы нашли для наших условий, что оптимальная обмазка должна содержать (по объему) шамотного порошка 40%, формовочного песка 40% и огнеупорной глины 20% при толщине обмазки 8—10 мм.

Техника приготовления обмазки указанного состава сводилась к следующему. Отдельные компоненты просушивали для удаления гигроскопической влаги, просеивали через сито с отверстиями диаметром 0,5 мм и затем перемешивали на смешивающих бегунах в течение получаса. При перемешивании добавляли такое количество воды, чтобы смесь приобрела консистенцию пасты. Эту пасту разносили по рабочим местам, где ее разбавляли водой до консистенции жидкой сметаны.

При покрытии внутренней поверхности кокилей важно было обеспечить необходимую толщину обмазки, достаточно прочную сцепляемость ее с кокилем и возможность ее просушки аккумулированным теплом кокиля от предыдущей заливки.

Все эти задачи были успешно решены разработкой соответствующего метода покрытия.

По этому методу внутренняя поверхность кокиля очищается железной щеткой от остатков обмазки предыдущей заливки и затем при помощи косматки промывается слегка подкисленной водой. Полученная таким образом достаточно чистая поверхность кокиля способствует сцепляемости его с первым, наиболее ответственным слоем покрытия. Обмазка кокиля производилась при температуре не ниже 120 и не выше 150°. Более низкая температура не обеспечивала необходимого запаса тепла для просушки обмазки; более высокая — препятствовала покрытию, так как обмазка вспенилась и не приставала к кокилю.

Каждый последующий слой обмазки наносился после того, как просыхал предыдущий слой. Обмазку просушивали тут же на месте, слой за слоем, аккумулированным теплом кокиля от предыдущей заливки. Каждый слой имел толщину 1,5—2 мм. Когда покрытие достигало нужной толщины, сглаживали деревянной линейкой все неровности покрытия и затем обмазка покрывалась обычными формовочными чернилами. После этого формы собирали и заливали.

Описанный метод был применен в литейном цехе одного завода при производстве гладких чугунных полутвердых валков. Диаметр бочки валков от 600 до 1000 мм, вес от 5 до 15 т.

Такие валки должны иметь достаточную твердость и однородную структуру металла.

Наиболее благоприятные результаты при эксплуатации достигаются, когда твердость вала равна 280—320 ед по Бринелю, что свойственно металлу при графитоперлитно-цементитной структуре со свободным содержанием цемента в количестве 5—8% от общей площади структуры. Для обеспечения этих условий металл для вала должен содержать: 2,8—3% С; 0,5—0,7% Si; 0,3—0,5% Mn; 0,2—0,3% P; до 0,1% S; 0,2—0,3% Cr; 0,1—0,2% Ni.

При отливке валков из такого металла в кокильные формы без обмазки на поверхности вала получается отбел 20—30 мм, что в полутвердом валке недопустимо. Во избежание отбела стали повышать содержание кремния до 1,5—2,0%, но при этом резко понижались эксплуатационные свойства валков, так как твердость падала до 180—200 ед. по Бринелю.

Применение земляных форм обеспечивает необходимые твердость и структуру без отбела валков, но сложность и длительность операций по приготовлению этих форм заставляли пользоваться кокилями. Покрытие внутренней поверхности последних обмазкой приведенного состава позволило применить металл оптимального состава, не опасаясь отбела, и этим самым обеспечить высокие эксплуатационные свойства валков.

На рельсобалочном стане дуо в течение шести месяцев одновременно испытывались в одинаковых условиях полутвердые валки, отлитые в кокиль без обмазки и с обмазкой.

Как показали испытания, применение кокильных форм с обмазкой (см. таблицу) в несколько раз увеличило стойкость полутвердых валков, а вместе с тем резко повысило производительность рельсобалочного стана и снизило стоимость прокатки рельс.

Не менее эффективно оно сказалось на самом производстве полутвердых валков. При использовании кокильных форм вместо земляных:

- 1) сьем с 1 м² формозочной площади увеличился в 3—4 раза;
- 2) расход формовочных материалов уменьшился в 5—6 раз;

**Сравнительная стойкость полутвердых валков, отлитых
в кокиль без обмазки А и с обмазкой Б**

№ ком- плекта	Количество метал- ла, прокатанного между переточ- ками, т		Число переточек		Общее количество прокатанного ме- талла, т		Примечание
	А	Б	А	Б	А	Б	
1	597,7	1116,0	10	17	5977,0	19976,0	1. К концу испытания все комплекты группы А вышли из строя
2	421,9	1414,4	6	14	2531,4	1982,2	
3	490,7	1412,2	8	14	4725,6	19771,4	
4	429,5	786,62	4	9	1718,2	7079,6	2. К концу испытания продолжали работать комплекты № 5, 6 и 7 по группе Б
5	452,7	1203,0	4	5	1811,0	605,0	
6	—	1165,5	—	4	—	462,0	
7	—	1183,2	—	6	—	7099,4	

3) продолжительность производственного цикла сократилась с нескольких суток до нескольких часов;

4) наиболее ответственные операции — формовку и сборку представилось возможным возложить на неквалифицированных рабочих;

5) просушка форм производилась не в сушилах, а аккумулярованным теплом кокилей от предыдущей заливки. Кокили с обмазкой по сравнению с кокильными формами без нее имели следующие преимущества: 1) они исключали отбел поверхности валков; 2) обеспечивали оптимальную структуру и механические свойства полутвердых валков; 3) не изнашивались благодаря изоляционному действию обмазки.

Кроме того, регулируя толщину обмазки в разных частях формы, можно варьировать скорость остывания и таким образом получать в одной и той же отливке при одном и том же составе металла участки с различной поверхностной твердостью.

В наших опытах, в связи с весьма низким содержанием углерода и кремния, мы вынуждены были во избежание отбела применять относительно толстую обмазку. При обычном же машинном литье и при относительно высоком содержании углерода и кремния толщина обмазки может быть значительно меньше.

При массовом производстве деталей можно применять механизированное покрытие.

Все это говорит о том, что принцип применения кокильных форм с обмазкой может быть успешно применен не только для производства прокатных валков, но и для ряда других крупных отливок из чугуна и стали.

КУЗНЕЧНО-ШТАМПОВОЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Карусельные печи для нагрева стали под штамповку

Инж-ры Б. Ф. ЗОБНИН и Б. Л. ДОБУЖСКИЙ

За последние 20 лет карусельные печи получили широкое распространение в машиностроении и в прокатном производстве благодаря сочетанию в себе качеств высокой производительности, экономичности и большой универсальности в применении для нагрева разнообразных по форме и размерам изделий. Даже такие распространенные печи, как толкательные, сильно уступают карусельным, так как пригодны для сравнительно ограниченной номенклатуры изделий, передвижение которых при нагреве осуществимо без специальных приспособлений (например поддонов).

Карусельные печи у нас получили известность с 1925 г., когда в печати появилось сообщение об изобретении работником Ижорского завода Н. Булиным кольцевой печи для нагрева слитков. Позднее карусельные нагревательные печи успешно применялись на Горьковском автозаводе, Нижне-Тагильском вагоностроительном и на других предприятиях.

На Уралмашзаводе, опыт которого освещается в настоящей статье, первая карусельная печь для нагрева стали под штамповку была построена в начале 1943 г. Вслед за этим построена вторая подобной же конструкции. Печи обслуживают мощные штамповочные молота с весом падающих частей 6,5—7 т.

Первая карусельная печь кольцевого типа (рис. 1) установлена у штамповочного молота 7 т. Стены ее основаны на опорных кольцах из листового железа толщиной 8—10 мм, состоящих из нескольких частей и скрепленных болтами с кожухом печи. Снизу к опорным кольцам приварены ножи наружного и внутреннего гидравлических затворов.

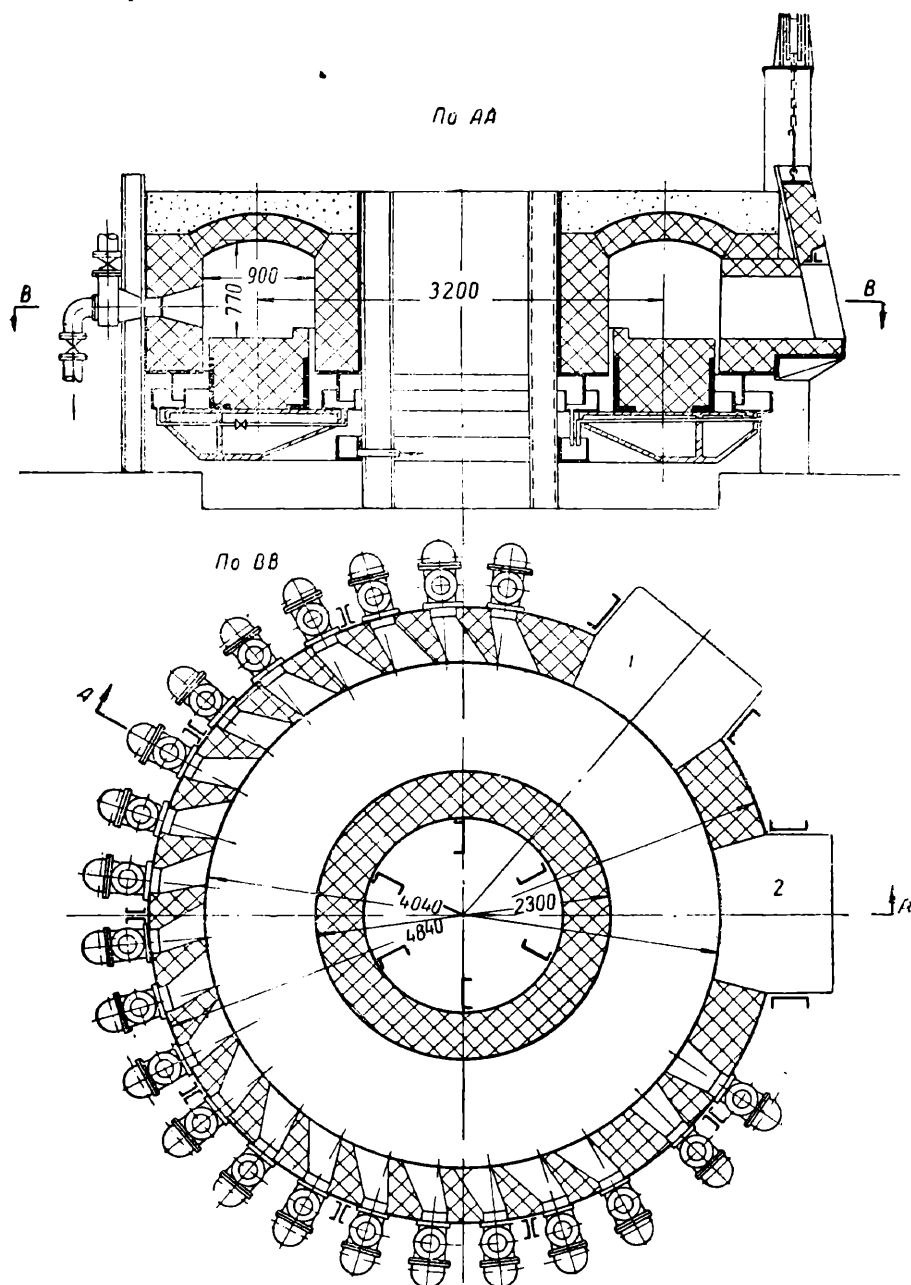


Рис. 1. Печь первоначальной конструкции.
1 — окно загрузки; 2 — окно выдачи.

Литой кольцевой под поддерживается шестью опорными роликами, укрепленными на фундаменте печи, и центрируется относительно оси вращения тремя роликами. Вращение пода осуществляется при помощи привода от электромотора мощностью 3,5 квт. Скорость вращения может изменяться от 1,54 до 4,62 об/час, т. е. длительность пребывания заготовок в печи будет колебаться от 32 до 11 мин.

На вращающемся поду смонтированы кольцевые гидравлические затворы прямоугольного сечения, сваренные из листового железа. Вода подается в наружный затвор, откуда по сифонной трубке поступает во внутренний. Отвод воды устроен со

дна обоих затворов в кольцевой жолоб, укрепленный на стойках у внутренней стороны печи. Проектные данные печи следующие: диаметр осевой окружности — 3200 мм, площадь пода — 8 м², напряжение пода — 500 кг/м²час, топливо — торфяной генераторный газ $Q_p^p = 1500$ кал/м³, расход газа — 2400 м³/час, горелки Рупмана номинальной производительностью ~ 100 м³/час.

Горелки (в количестве 22 шт.) располагаются равномерно по всей окружности печи, направление их — радиальное.

Отвод продуктов горения через каналы во внутренней стенке и, частично, через отверстие в своде перед загрузочным окном. Над последним предполагалась установка игольчатого рекуператора для подогрева воздуха.

Эта печь использовалась в основном для нагрева заготовок траков (полоса 20×200×500 мм) и частично для других деталей (кривошипов, шатунов и др.). Первые загружались в печь по высоте в 2 ряда, все остальные — в 1 ряд.

Эксплуатация печи сразу же выявила некоторые серьезные конструктивные недостатки, из которых главные:

а) отвод продуктов горения через каналы во внутренней стенке толщиной 350 мм делает ее непрочной; такая система отвода фактически исключала установку рекуператора, так как он не получал бы достаточного количества продуктов горения для подогрева воздуха;

б) частая засариваемость трубок, питающих водой внутренний водяной затвор, из-за присоединения их ко дну затворов; это вызывало перегрев внутреннего опорного кольца, отчего обвалы внутренней стенки происходили 2—3 раза в месяц; после 10-месячной эксплуатации печи внутреннее опорное кольцо выгорело почти целиком;

в) низкое расположение уровня слива воды (80 мм от дна затворов), приводящее иногда к работе печи с недостаточно заполненными затворами; в этом случае прорывы горячих газов ускоряли разрушение опор под стенками;

г) неправильное распределение мест подвода топлива; равномерная расстановка горелок по периметру печи в радиальном направлении не давала методического нагрева, и при поточном движении заготовок печь была лишена преимуществ, связанных с этим способом.

В результате печь имела высокий удельный расход топлива: 650—700 кг условного топлива на тонну нагретого металла. Двухкамерные печи в этом же цехе работали с удельным расходом топлива 400—450 кг.

В августе 1945 г. карусельная печь была подвергнута капитальному ремонту и реконструкции (рис. 2). Кольцевой канал печи разделен на открытый сектор, занимающий 16,6% длины окружности, камеру окончательного нагрева — 46% и методическую часть — 37,4%. Подвод топлива сосредоточен в камере окончательного нагрева, где установлено 9 горелок производительностью 150 м³/час. У окна выдачи расположена дополнительная горелка производительностью 100 м³/час с радиальным направлением факела. В методической части печи свод опущен. Снижение свода с 900 на 600 мм осуществлено в секторе с центральным углом 30°. Отвод продуктов горения предусмотрен через отверстие в своде перед загрузочным окном. Таким образом печь получила преимущества, присущие методическому принципу работы.

Для большей стойкости металлических конструкций печи опорные кольца значительно усилены и на них уложены охлаждаемые водой чугунные плиты.

Для удобства очистки гидравлических затворов наружная стенка желобов сделана наклонной, создан раздельный подвод воды к обоим затворам. Отвод же выполнен из их верхней части в специальный спускной жолоб, расположенный снаружи печи. Это дает постоянное заполнение затворов и способствует контролю за условиями их работы.

Открытый сектор печи предусмотрен для удобства осмотра и ремонта футеровки подины, которая (по сравнению с остальными элементами печи) подвергается более сильному износу.

Рекуператор при реконструкции печи не был установлен из-за отсутствия труб.

Показатели работы карусельной печи до и после реконструкции были следующие.

	До рекон- струкции	После ре- конструкции
Производительность печи, кг/час	850	1435
Напряжение пода, кг/м ² час	106,3	179,4
Средний расход натурального топлива, м ³ /час	2460	2140
Удельный расход условного топлива, кг/т	633	345

Эти данные получены после длительных наблюдений за работой печи при штамповке траков. Производительность ее после реконструкции полностью удовлетворяет потребность молота в нагретом металле. Длительность пребывания заготовок в печи — 32 мин.

Кроме увеличения производительности и снижения удельного расхода топлива, достигнуто уменьшение расходов на ремонты печи. До реконструкции она останавливалась ежемесячно и, кроме кладки, ремонтировались опорные кольца, ножи и

желоба гидравлических затворов. После реконструкции периодичность ремонтов резко снизилась — печь (в основном только футеровка пода) ремонтируется раз в 3 месяца.

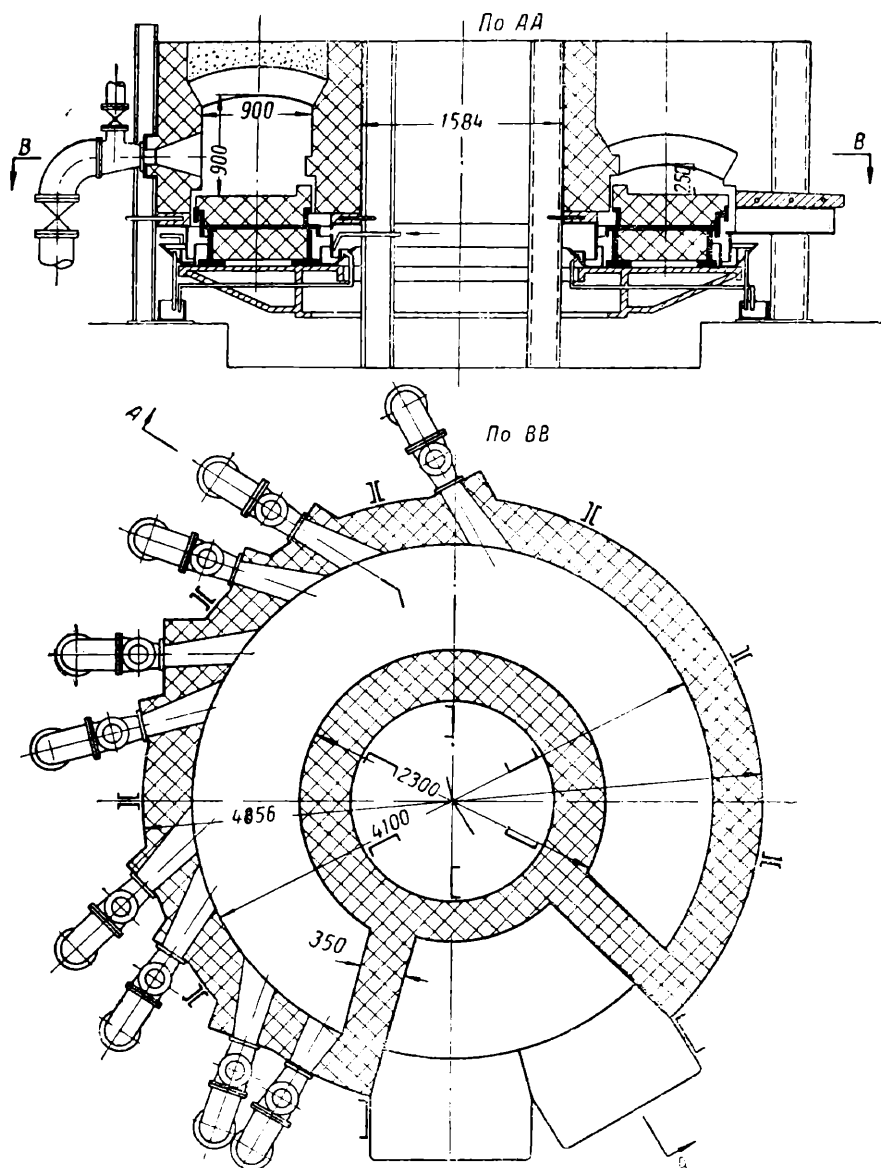


Рис. 2. Печь после реконструкции

Показатели производительности и удельного расхода топлива после реконструкции печи далеки еще от предельных. Они установились в соответствии с достигнутой производительностью молота; здесь сказалось также и отсутствие рекуператора для подогрева воздуха.

Выводы

1. Карусельная печь служит универсальным, достаточно производительным и экономичным нагревательным устройством, вполне пригодным для обслуживания штамповочных молотов большой мощности.

2. При конструировании карусельных печей кольцевого типа должен соблюдаться принцип методичности нагрева путем необходимого расположения горелок и размещением отвода продуктов горения в хвостовой части печи.

3. Для работоспособности карусельных печей существенное значение имеет прочность конструкции опор под стенами и гарантированная герметичность затворов для уплотнения. Устройство водяных затворов — не единственное решение, и, например, песочные затворы, при наличии литых опорных конструкций, могут также хорошо поддерживать надежную работу печей.

Штамповка дизельных коленчатых валов

Инж. М. Г. БОРЦ

В 1946 г. Челябинский кузнечно-прессовый завод получил задание отштамповать коленчатые валы для двухтактного дизеля семитонного грузового автомобиля. Эти валы имеют четыре колена, развернутые в двух плоскостях под углом в 90° (рис. 1). На двух крайних щеках (разрезы I—I и IV—IV) имеются выступы А для крепления противовесов и на заднем конце фланец с выштампованным глубоким отверстием.

В практике кузнечно-штамповочного производства известны случаи штамповки подобных коленвалов. Так, для изготовления заготовки коленвала бензинового дви-

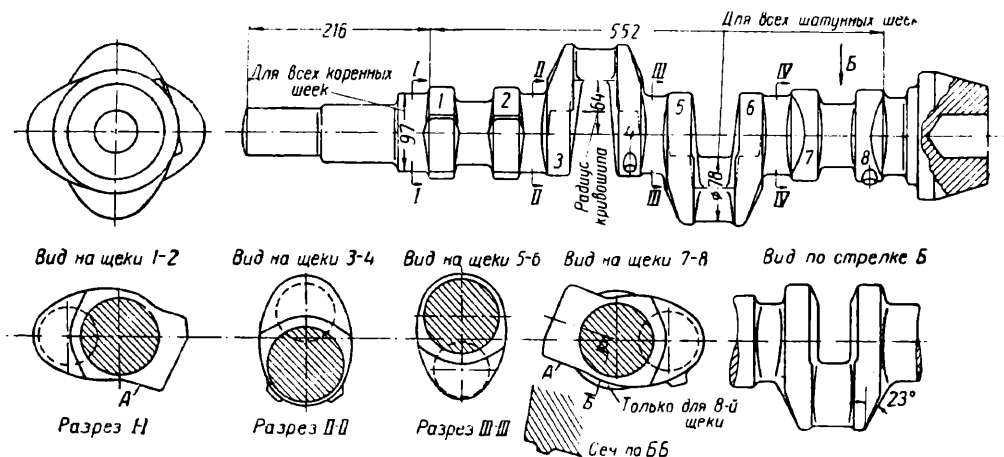


Рис. 1

гателя легковой автомашины ЗИС-101 применялась следующая технология: штамповка на молоте в трехручьевом штампе (подкатка заготовки, гибка и штамповка) с формированием колен в одной плоскости; обрезка заусенцев; высадка фланца на горизонтально-ковочной машине; выкрутка колен на 90° на специальной машине; празка на молоте.

Применить такую технологию для штамповки коленвалов дизеля не удалось из-за отсутствия выкруточной машины, поэтому был выбран другой путь: штамповка валов на молоте с коленами, развернутыми на 90° , без последующей выкрутки

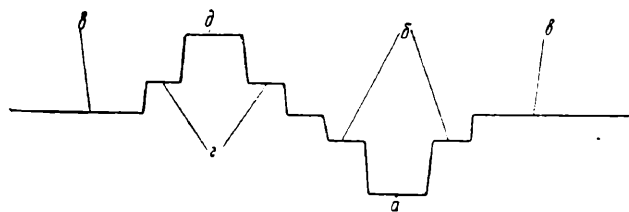


Рис. 2

кам и щекам 1-го и 4-го колена, четвертая (г) — по щекам 3 и 4 2-го колена и пятая (д) — по 2-й шатунной шейке.

Овальная форма щек в коленчатых валах двигателя ЗИС-5 и дизеля позволила осуществить штамповку валов с развернутыми коленами сразу без выкрутки. Такая форма дает возможность штамповать при любом положении большой и малой оси овальной щеки, установив соответственно плоскость разреза штампов (рис. 1, разрезы I—I, II—II, III—III и IV—IV). При этом нигде не получается поднутрений, мешающих вынимать поковки из полости штампа.

Для получения годной поковки большое значение имеет также срез затылка щеки (рис. 1), вид по стрелке Б, в данном случае направленный под углом 23° . Срезанный внешний угол создает условия для равномерного течения металла при заполнении фигуры штампа. Этим предотвращается образование зажимов во внутренних углах стыка щек с шейками. На рис. 3 схематично показано, как металл, заполняя внешний острый угол щеки, создает зажим 1 во внутреннем углу.

Хотя при конструировании штампа для коленчатого вала дизеля и был использован опыт по двигателю ЗИС-5, однако в конструкциях этих двух валов и штампов есть два существенных отличия. Во-первых, вал ЗИС-5 имеет шесть колен, развернутых под углом в 60° , а вал Ярославского дизеля — четыре, под углом в 90° . Во-вторых, по конструкции вала ЗИС-5 щеки крайних колен можно расположить в окончательном ручье ковочного штампа в вертикальном положении. Это позво-

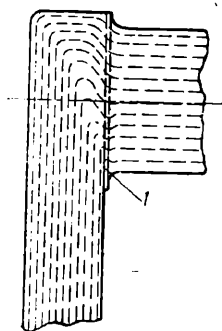


Рис. 3



Рис. 4



Рис. 5

ляет выгибать заготовку в гибочном ручье штампа (за отдельный удар молота) только по четырем средним коленам из шести. Остальные два, крайние, изгибаются одновременно со штамповкой их в окончательном ручье. Так как гибка заготовки для двух крайних колен производится за счет свободных концов заготовки (рис. 4), то возможная утяжка последней во время их гибки не имеет существенного значения. Это облегчает получение качественной поковки с хорошим заполнением фигуры и без зажимов.

Иначе обстоит дело со штамповкой коленчатых валов дизеля. Конфигурация щек двух крайних колен, имеющих выступы для противовесов, такова, что они могут штамповаться только в одном положении, при расположении линии разреза штампа вдоль большей оси овальной щеки. Это вызывает необходимость обязательной гибки в гибочном ручье штампа не средних, а крайних колен. В окончательном ручье могут изгибаться, наоборот, лишь средние, а не крайние колена, как совпадающие с направлением (рис. 5). Утяжка заготовки при изгибе средних колен в окончательном ручье может дать некачественную поковку из-за зажимов или незаполнения, а ранее выгнутые крайние колена вследствие утяжки могут не совпасть с действительным их расположением на ковочном штампе. Поэтому возникла мысль обойтись без операции гибки заготовки и была опробована технология штамповки валов дизеля без гибочного ручья для крайних колен. Первая партия штамповок дала положительные результаты. Макрошлиф колена, выполненного без предварительной гибки, показал удовлетворительное расположение волокон (рис. 6). Технология изготовления включала штамповку в двухручьевом штампе (подкатка и окончательная штамповка) на молоте 7 т, обрезку заусенцев на обрезном прессе 450 т, высадку фланца на горизонтально-ковочной машине 5" и правку на молоте 4 т.

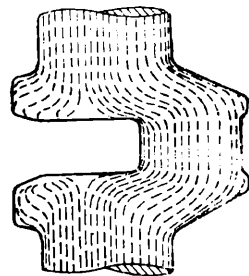


Рис. 6

Исходный профиль заготовки (проката) подсчитывается как сумма объемов средней части вала между крайними опорными (коренными) шейками, объема

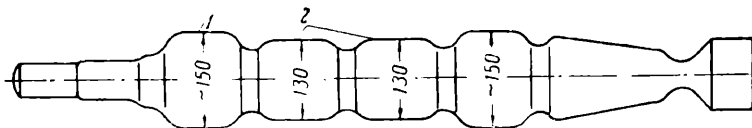


Рис. 7. Заготовка $\varnothing 130$ мм после подкатки.

1 — для крайних колен (щеки с выступами для противовесов); 2 — для средних колен (щеки нормальные)

металла, необходимого на образование заусенцев и 4% надбавки на упар, деленная на длину этой части вала. Расчетом сечение заготовки было определено как круг $\varnothing 120$ мм. При опробовании же и наладке этот профиль оказался недостаточным, в связи с чем и был принят круг $\varnothing 126-130$ мм.

Высадка фланца на конце вала отдельной операцией на горизонтально-ковочной машине была вызвана требованием заказчика дать во фланце выштампованное отверстие. Некоторые изменения конструкции подкатного ручья, фигуры штампа и выбранный профиль $\varnothing 130$ мм допускают получение такого фланца, но без отверстия штамповкой на молоте.

Большое значение имел также установленный припуск на механическую обработку. Для коленвала дизеля весом более 60 кг нормальным считается припуск в 4 мм на сторону. Однако с торцев щек приходится снимать еще избыток метал-

ла, образующийся от штамповочных уклонов. При глубине фигуры штампа для щеки колена в 57 мм и при семиградусном штамповочном уклоне, помимо основного припуска, получается добавочный металл по 7 мм на сторону.

Поэтому в коленчатом вале дизеля были приняты комбинированные припуски; добавочный металл от штамповочного уклона использовался как припуск, а в местах, где его недостаточно, например в местах стыка шеек со щеками, дан нормальный припуск на обработку в 4 мм. Линия припуска в этих местах получилась не прямой, а ломаной (рис. 7).

ЗАМЕТКИ ТЕХНОЛОГА

Цементация в электрических печах различных типов

В течение 1941—1946 гг. на одном заводе цементировали детали машин в электрических печах нескольких типов.

Однообразие проведения процесса цементации одноименных деталей в массовом количестве (например тарелок клапана) во всех типах печей позволило дать сравнительную оценку экономичности цементации при обеспечении наиболее равномерного и качественного цементованного слоя. Соответствующие данные, относящиеся к тарелкам клапана, приведены в таблице.

Цементация твердым карбюризатором велась в камерных электрических печах ПН-15 и ПН-13. Для наиболее полного использования объема камерной печи, увеличения ее загрузки и получения качественного цементованного слоя с неравномерностью по глубине $\pm 0,1—0,15$ мм применялись ящики максимально допустимых размеров. В процесс нагрева была введена 3-часовая выдержка при 830° для выравнивания температуры сажки и снижения ее градиента в ящике. При периодической проверке равномерность температуры в объеме печи находилась в пределах $\pm 20^\circ$.

Эксплуатация печей показала, что наиболее целесообразно применялись цементационные ящики, сваренные из листового железа толщиной 5—6 мм. Стоимость этих ящиков составляла 445 руб. за тонну, тогда как ящики из жароупорной стали обходились в 19760 руб. за тонну. Последние при правке коробились и растрескивались по сварным швам и поэтому служили весьма недолго (200—280 час.).

Цементация твердым карбюризатором производилась в ретортной печи ТВГ-1 (рис. 1), имеющей жароупорную реторту с полезноиспользуемой длиной 1160 мм и диам. 330 мм. Такая цементация, как показала практика, имеет ряд преимуществ перед цементацией твердым карбюризатором в камерных печах. Например, оказалось возможным использовать пылевидные отсеvy карбюризатора. Далее, резко сократился расход металла на изготовление ящиков для цементации. Так как отпала необходимость в прогреве ящиков и большой массы карбюризатора, процесс цементации значительно ускорился. Реторта печи ТВГ-1, весящая около 330 кг, отлитая из жароупорного сплава марки ЭЯЗС, проработала без замены около 4 лет. В настоящее время установлена сварная реторта из 8-мм жароупорной стали. Цементация в ре-

Наименование показателей	Печь ПН-15	Печь ТВГ-1, твердый карбюризатор	Газовая цементация, печь "Хэви-Дьюти"
Мощность в квт .	75	67	50
Одновременная загрузка в печь в шт.	732	400	750
Общая выдержка в час.	16	6	11
Удельный расход электроэнергии на 1 деталь в квт-ч .	1,67	1	0,73
Стоимость электроэнергии на 1 деталь в коп.	16,7	10,0	7,3
Расход металла на ящик за 1 деталь в г.	178	—	—
Стоимость ящиков на 1 деталь в коп.	4,0	—	—
Расход карбюризатора на 1 деталь в г.	100*	Работает на отсевах	—
Стоимость карбюризатора на 1 деталь в коп.	23	—	—
Расход бензола на 1 деталь в г.	—	—	8,0
Стоимость бензола на 1 деталь в коп.	—	—	1,0
Расценки за цементацию и высокий отпуск одной детали в коп.	4,7	4,7	4,7
Общая стоимость цементации детали в коп.	48,4	14,7	13,0
%	100	30,6	28,9

* Несколько повышенный расход объясняется применением карбюризатора, изготовляемого из малопрочного соснового угля.

тортной печи обеспечивает большую однородность цементованного слоя по садке по сравнению с цементацией в камерной электропечи. Неравномерность глубины цементации по садке в печи типа ТВГ-1 составляет 0,1 мм.

К недостаткам цементации твердым карбюризатором в печи ТВГ-1 следует отнести некоторую опасность получения забоин, что ограничивает применение ее для деталей простой формы, например, тарелок клапана и пальцев шатуна.

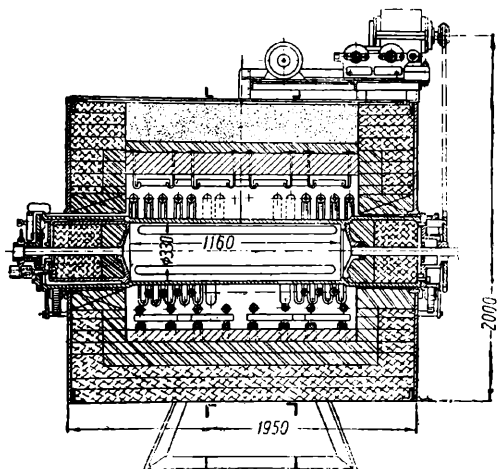


Рис. 1

Внедрение газовой цементации в шахтной печи фирмы «Хэви-Дюти» значительно снизило стоимость цементации благодаря меньшей длительности процесса, что привело к уменьшению удельного расхода электроэнергии на одну деталь и устранило расходы на ящики.

Стоимость расходуемого на одну деталь бензола по сравнению с карбюризатором оказалась весьма малой.

В процессе производства было установлено, что наилучшие результаты получаются

при цементации бензолом взамен жидкости «Карбонал», рекомендуемой фирмой.

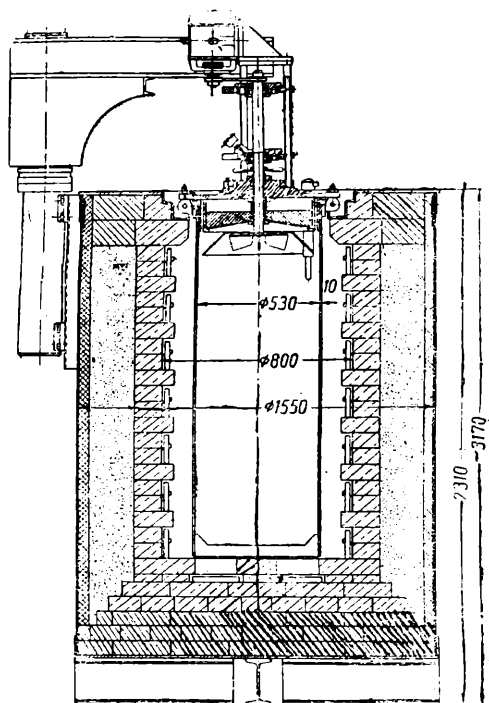


Рис. 2

При цементации в шахтной печи неравномерность глубины цементации по садке составляет около $\pm 0,15$ мм. На заводе разработаны рабочие чертежи шахтной печи упрощенной конструкции (рис. 2).

Установка для газовой цементации в шахтной печи компактнее других типов установок. Она обеспечивает наиболее полное использование рабочего объема печи и создает наилучшие условия работы.

Инж. А. А. ЮРГЕНСОН

Тюбинги для метро без механической обработки¹

На протяжении многих лет тюбинги после отливки подвергались механической обработке, заключающейся в строгании бортов, фрезеровании чеканочных канавок, сверлении отверстий и нарезке резьбы. Происходило это потому, что без формовочных машин литейщики не могли дать отливку с обусловленной точностью. Кроме того, работники строительства метро не интересовались, какие отливки могут дать литейщики, а последние не изучали условий применения и монтажа тюбингов.

После решения МК ВКП(б) об отливке эскалаторных тюбингов на заводе им. Ста-

лина и выдачи первых 700 шт., имеющих чистую поверхность по бортам, у литейщиков возник вопрос — целесообразно ли сверлить отверстия и фрезеровать чеканочные канавки, когда их можно получить в литье.

Массовый промер отлитых тюбингов, показавший постоянство в изменениях размеров отливки против размеров модели, а также ознакомление с условиями монтажа тюбингов в тоннеле привели литейщиков к выводу, что можно экономить много чугуна, топлива, электроэнергии и рабочей силы, если перейти к изготовлению тюбинга без механической обработки.

В результате тщательного промера первых трехсот тюбингов и расчетов, произведенных совместно с работниками Метро-

¹ Работа выполнена бригадой МОНИТО литейщиков по поручению Метростроя.

строю, была исключена обработка радиальных бортов (с осторожным искажением модели, так как неудачное исполнение могло окончательно испортить дорогостоящую металлическую модель).

На модели были установлены знаки для гладких бортовых отверстий и предусмотрена установка стальных втулок с нарезкой для отверстий с резьбой, предназначенных для накачивания цемента и для крепления зонта. Боковые борта модели было решено не трогать.

После исправления модели из первых отлитых тюбингов на полу литейной было собрано кольцо. Эта работа была выполнена укладчиками тюбингов Метростроя и проверена маркшейдерами. Первое собранное кольцо показало недостаточность искажения модели; получились раскрытия в радиальных стыках.

По результатам обмеров кольца было проведено повторное искажение модели, после чего были отлиты тюбинги и собрано второе кольцо, которое потребовало окончательной дошабровки модели. После отливки третьего пробного кольца было начато производство тюбингов без механической обработки. Через некоторое время для уменьшения чеканочного шва был снят припуск на обработку с боковых бортов тюбинга.

В конечном результате вес тюбинга был доведен до 592 кг вместо 700 кг, что даст экономию чугуна в 3200 кг, на 1 пог. м тоннеля.

Попутно были введены скосы у бортов с внутренней стороны тюбинга для лучшего схода формовочной земли при утряске ее на машине, а также были разрешены вопросы об утолщении литников, о расположении выпоров, о размерах нижней и верхней частей формы, что в значительной мере облегчало операции обрубки и давало надежный результат для сборки кольца.

Далее было установлено, что гораздо проще изготовить втулки на автомате и поставить остриженные водопроводные муфты, чтобы получить отверстия для накачивания цемента, чем сверлить и нарезать эти отверстия в тяжелой отливке.

Большое внимание было обращено на постоянство химического состава чугуна (и вагранки), температуры и скорости заливки металла, так как это могло оказать влияние на размеры отливки и на чистоту ее поверхности.

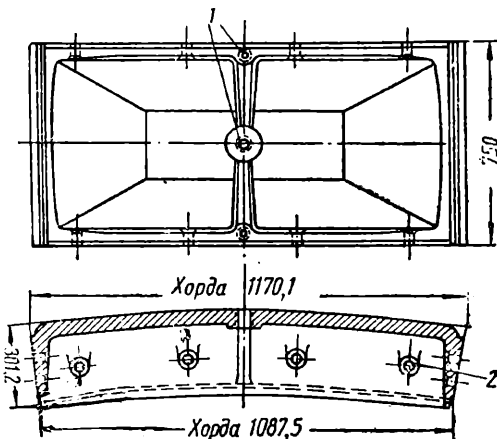
В литейной ЗИС с помощью формовочных машин Осборн-406 эскалаторные тюбинги были отлиты длиной 1200 мм вместо нормальной в 1800 мм. Увеличенное количество стыков значительно затруднило получение геометрически правильного кольца.

Эскиз тюбинга дан на рисунке. Технические условия на литые тюбинги предусматривают допуск по длине, равный 12 мм. Отверстия проверяются по шаблонам.

К настоящему времени из описанных тюбингов выложены наклонный эскалаторный тоннель и камера съезда на участке № 5 ст. Павелецкая. Они применяются при постройке перехода с площади Революции, на участке № 4 под Москва-рекой и др. Уже уложено свыше 2500 таких тюбингов.

Эти же тюбинги могут быть использованы на железных дорогах и для различных подземных работ.

Техническими условиями на тюбинги разрывное усилие определено в 20 кг/мм². Между тем твердость тюбингов без механической обработки может быть значительно выше. Это позволяет применить для них более прочный модифицированный чугун, уменьшив при этом толщину стенок



Эскиз тюбинга.

1 — отверстия с резьбой; 2 — отверстие гладкое

тюбинга, и снизить вес еще на 25—30%, что, кроме экономии металла и удобства при монтаже, дало бы возможность литейщикам получать более качественную и чистую отливку.

Основными типами являются перегонные, эскалаторные и станционные тюбинги. Необходимо разработать технологию производства этих тюбингов без механической обработки и чертежи искаженных моделей. Такая задача может быть решена только совместно литейщиками и работниками Метростроя.

Для 4-й очереди Московского метрополитена требуется около 500 000 т тюбингов. Кроме того, тюбинги понадобятся для Ленинграда и Киева. ВНИТОЛ должен поставить вопрос о постройке специализированной литейной с высокой культурой модельного хозяйства по типу литейной колес Гриффина. Тогда себестоимость тюбингов будет в 2—3 раза ниже, а качество их выше.

Инж. С. Ф. ГОРБУНОВ

Люминесцентный анализ формовочных материалов

Д-р техн. наук, проф. П. П. БЕРГ, канд. техн. наук А. М. ЛЯСС
и асп. И. А. БИЛЕНСКАЯ

Люминесцентный анализ за последние годы находит все большее распространение и применение в самых разнообразных областях, например в нефтяной [1] и горнодобывающей промышленности [2, 3, 4], в военном деле [5, 6], при судебной экспертизе [7] и т. п. [8, 9, 10, 11]. Это объясняется тем, что люминесцентный анализ дает возможность обнаружить свойства материала, остающиеся незаметными при обычном освещении.

В задачи настоящей работы входило выяснение возможности применения люминесцентного анализа для формовочных материалов и, в случае, если такая возможность будет установлена, разработка методов анализа, применимых в условиях обычной заводской лаборатории для текущих производственных целей. Наконец, в наши задачи входила проверка некоторых наиболее показательных случаев практики.

Сущность данного метода заключается в освещении изучаемого материала невидимыми ультрафиолетовыми лучами, под влиянием которых облучаемая поверхность начинает люминесцировать, т. е. светиться яркими красками разных оттенков, легко различимых невооруженным глазом.

Отметим, что под люминесценцией понимается только собственное излучение тела, а не отражение им лучей от постороннего источника света. Люминесценция может быть вызвана разными внешними воздействиями. Описываемый метод основан на использовании частного случая люминесценции — под влиянием света, т. е. фотолюминесценции.

При облучении тела происходит «возбуждение» молекул на его поверхности, что приводит к собственному излучению его. В подавляющем большинстве случаев период возбуждения бывает очень коротким и исчисляется миллионными долями секунды и даже меньше; такая кратковременная фотолюминесценция называется флюоресценцией. По закону Стокса, длина волны света, возникающего при фотолюминесценции, больше или равна длине волны света, возбуждающего люминесценцию. Так как ультрафиолетовые возбуждающие лучи имеют меньшую длину волны, чем лучи видимого спектра, то люминесцирующие вещества излучают в большинстве случаев волны в пределах видимого спектра. В табл. 1 приведена длина волны разных цветов. Если тело не обладает люминесцирующей способностью, то его поверхность остается черной.

Таблица 1

Длина волн, μ	Область спектра	Обозначение
0,76	Темнокрасная	A
0,69	-	B
0,66	Красная	C
0,59	Оранжевая	D
0,53	Зеленая	E
0,49	Синяя	F
0,43	Фиолетовая	G
0,40	Темнофиолетовая	H и K

Фильтры. Облучение изучаемой поверхности ультрафиолетовыми лучами и одновременно лучами видимого спектра не дает четкой и ясной картины свечения, так как лучи видимого спектра накладываются на лучи люминесценции и их искажают. Поэтому, чтобы отделить лучи видимого спектра, применяют специальные светофильтры. Последние, пропуская ультрафиолетовые лучи, не пропускают лучей видимого спектра. Как следует из табл. 1, светофильтры должны задерживать лучи длиной более 0,4 μ . Этому условию удовлетворяют светофильтры ФС-2 и ФС-3, пропускающие лучи, длина волны которых равна 0,3—0,4 μ . Некоторым недостат-

ком этих светофильтров является то, что они пропускают также волны длиной 0,7—0,9 μ , т. е. лежащие в области инфракрасного излучения. Для отделения лучей ближайшего к видимому ультрафиолетового спектра применяются иногда растворы, как, например, растворы *п*-нитрозодиметиланилина в сосудах из увиолевых стекол, т. е. пропускающих ультрафиолетовые лучи. Обычное оконное стекло почти не пропускает ультрафиолетовых лучей, а потому такие стекла нельзя помещать на их пути. Вместе с тем очки из этого стекла почти совершенно предохраняют глаза от вредного влияния ультрафиолетовых лучей.

На практике чаще всего применяются стеклянные фильтры. Однако свойства стекла, выпускаемого одним и тем же заводом, могут быть не совсем одинаковыми, если это стекло разных плавок. Если стекла недостаточной толщины, то



Рис. 1

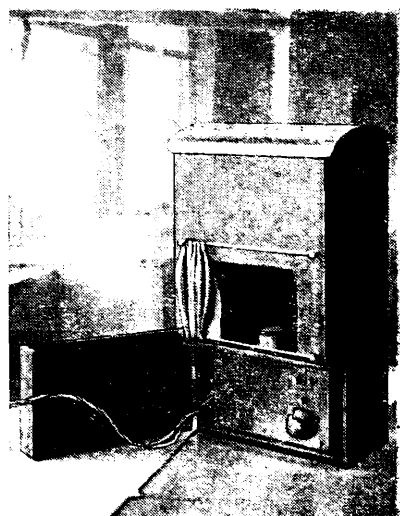


Рис. 2

можно пользоваться фильтрами из нескольких стекол. Состояние поверхности стекла также имеет значение. При сравнительных испытаниях следует работать с одним и тем же фильтром.

Получение ультрафиолетовых лучей. Почти каждый источник света излучает наряду с лучами видимого спектра и ультрафиолетовые лучи. Для наших целей требуется повышенное излучение последних. Наиболее удобно воспользоваться для этого свечением паров, излучающих короткие волны. Такими являются ртутные пары, излучающие волны длиной 0,25 μ . Чтобы свечение паров ртути было эффективно, необходимо создать в ртутной лампе достаточно низкое разряжение.

Аппаратура для люминесцентного анализа. В соответствии с задачами описываемых опытов ЦНИИТМАШ изготовил люминесцентную установку¹. Важно было дать не демонстрационную модель, а несложную в изготовлении и удобную для пользования промышленную установку, применимую в заводских лабораториях.

Сведения об аппаратуре для люминесцентного анализа формовочных материалов, опубликованные в иностранной литературе, скудны. Немецкие исследователи Роль и Рисс [12] пользовались кварцевой лампой, изготовленной фирмой «Кварц-лампы Гезельшафт» в Ханау. Советские исследователи применяли отечественные медицинские кварцевые лампы, переносные и стационарные. Стационарные лампы обладают большей мощностью, чем переносные, но последние проще и обранатся с ними легче.

Мы в своих опытах пользовались переносной медицинской кварцевой лампой ПРК-4, которая была переоборудована применительно к поставленным задачам. Опытная люминесцентная установка ЦНИИТМАШ показана на рис. 1 и 2. Характеристика установки:

Общие размеры:

ширина	285 мм
глубина	210 „
высота	285 „
Размер светофильтра	70×60×7 „
Расстояние от светофильтра до предметного стола	180 „
Расстояние от оси кварцевой горелки до светофильтра	85 „

¹ Конструктор т. В. Ф. Любатов.

Камера облучения изнутри окрашена поглощающим лучи составом, состоящим из голландской саж, тонко растертой со спиртовым лаком. Электросхема нормальной медицинской кварцевой лампы оставлена без изменения.

Опыты по люминесцентному анализу. Случаи применения люминесцентного анализа для исследования свойств формовочных материалов могут быть сведены в три группы: 1) качественное определение формовочных материалов, 2) количественное определение формовочных материалов в смесях, 3) изучение изменения свойств формовочных материалов или смесей в различных случаях.

Качественное определение формовочных материалов. Флюоресценция вещества связана со строением его молекул. Так, глины флюоресцируют коричневым цветом, но в зависимости от их состава этот цвет изменяется от светло- до темно-коричневого оттенка. Формовочные пески флюоресцируют темнокоричневым цветом. Связующие добавки флюоресцируют яркими лучами видимого спектра. Это дает возможность приблизительно определить состав формовочного материала. В табл. 2 приведены результаты опытов по люминесцентному анализу связующих добавок.

Таблица 2

Оттенки цвета связующих добавок при их люминесценции

Добавки	Цвет добавки при дневном свете	Цвет флюоресценции
Масло льняное	Янтарный цвет с желтым оттенком	Голубовато-серый
Масло подсолнечное	Тон льняного масла, но более светлый	Светлый голубовато-сиреневый
Олифа натуральная	Янтарный цвет красноватого оттенка	Зеленоватый
Бардэ сульфитн. щелока . .	Темнокоричневый почти черный	Светлосиреневый
Сульфитный щелок	То же	Сиреневый
Декстрин палевый	Светложелтый	Яркобелый с голубоватым оттенком
Канифоль	"	Бело-голубоватый
Пек торфяной	Черный	Темнокоричневый
Пек древесный	"	Черный
Пек каменноугольный	"	Темнокоричневый, но более светлого тона, чем у торфяного пека
Кислая вода	Темнокоричневый, почти черный	Темнопесочный

Опыты второй серии имели целью выяснить люминесценцию различных веществ, полученных из одного и того же сырья, но резко отличающихся друг от друга по своим свойствам. Для этого были выбраны разные продукты нефтяного происхождения и подвергнуты люминесцентному анализу. Результаты опытов приведены в табл. 3.

Таблица 3

Цвет нефтяных продуктов при их люминесценции

Название продукта	Цвет продукта при дневном свете	Цвет флюоресценции
Бензин	Бледножелтый	Синевато-сиреневый
Керосин	Бледножелтый с зеленоватым оттенком	Сиреневый
Масло минеральное прозрачное	Янтарный с желтым оттенком	Голубовато-сиреневый
Масло минеральное темное	Темнобурый	Грязноголубой
Парафин	Серовато-белый	Серозато-голубой

Можно заметить, что все продукты, полученные из нефти, люминесцируют разным цветом, но в пределах определенной части спектра.

При опытах третьей серии имелось в виду определить люминесценцию материалов, одинаковых по внешнему виду, но разного происхождения. Для этого были взяты древесный, нефтяной, торфяной и сланцевый пеки. Данные о результатах опытов приведены в табл. 4.

Таблица 4

Цвет люминесцирующих пеков

Происхождение пека	Цвет пека при дневном свете	Цвет флюоресценции
Древесный	Черный	Черный, но светлее, чем нефтяного пека
Торфяной	"	Темнокоричневый
Нефтяной	"	Черный
Эмульсия торфяного пека .	Темнокоричневый	Темнокоричневый
Каменноугольный пек . . .	Черный	Темнокоричневый, но светлее, чем торфяного пека
То же, привезенный из Германии	"	Яркозеленый
Сланцевый	"	Яркобежевый

Из табл. 4 видно, что различные пеки обладают неодинаковой люминесцирующей способностью.

Сопоставляя результаты опытов всех трех серий, можно сделать следующие выводы:

- 1) каждое вещество обладает своей люминесцирующей способностью;
- 2) люминесцирующая способность данного вещества может оставаться неизменной и после переработки;
- 3) одинаковые условия переработки исходного материала не влекут за собой одинаковую люминесцирующую способность полученного продукта.

Таким образом люминесцентный анализ может быть с успехом применен заводскими лабораториями для быстрого качественного определения получаемых партий сырых материалов. Для точного же качественного определения материала по

Таблица 5

Изменение флюоресценции смеси канифоли с песком при различном времени перемешивания на лабораторных бегунах

№ опыта	Продолжительность перемешивания, мин.	Цвет и характер флюоресценции смеси
1	0,5	Светлая смесь; связующая добавка флюоресцирует яркими светлыми точками (в опытах № 1 и 2 даже группами точек)
2	1,0	
3	2,0	То же
4	3,0	"
5	5,0	Смесь несколько темнее, но неоднородна
6	10,0	Еще более темная смесь; связующая добавка равномерно распределена между зернами песка
7	13,0	
8	15,0	Сплошная темная масса — флюоресцирующих точек не видно

цвету его флюоресценции необходимо составить эталонную таблицу цветов. Сличая наблюдаемый цвет флюоресценции с показателями такой таблицы, можно точно определить характер связующего материала. Для предварительного распознавания материалов можно пользоваться табл. 2.

Количественное определение состава смесей. Определение количественного состава смесей не предусматривалось планом проведенных нами исследований. Одна-

ко можно утверждать, что возможен и количественный люминесцентный анализ, для чего необходимы эталоны, полученные путем анализа образцов, содержащих заранее известные количества исходных формовочных материалов.

Изменение свойств формовочных материалов или смесей в различных условиях. Работы этой группы могут вестись во многих направлениях. Приводим ниже несколько примеров.

Пример 1. Определение равномерности распределения формовочных материалов в смеси (контроль за тщательностью приготовления смесей). Такое определение основано на том, что связующая добавка флюоресцирует иначе, чем основная масса (песок), к которой она примешена. В качестве частного случая можно привести результаты наблюдений над смесью канифоли с песком. Канифоль флюоресцирует светлым бело-голубоватым цветом, а песок — темнокоричневым; поэтому при люминесцентном анализе зерна канифоли хорошо заметны на темном фоне песка. Рассматривая же такую смесь при обычном освещении, зерна канифоли раздельно от песка обнаружить не удается (табл. 5).

Отсутствие светлых точек в флюоресцирующей смеси после перемешивания в течение 15 мин. свидетельствует о том, что достигнуто полное перемешивание.

Таблица 6

Зависимость флюоресценции связующих добавок от режима их высушивания

Режим высушивания		Цвет связующих добавок при флюоресценции		
температура, °C	продолжительность, мин	льняное масло	сульфитный щелок	декстрин
20	—	Голубовато-серый	Сиреневый	Яркобелый с голубоватым оттенком
100	15	"	Сиреневый с бежевым оттенком	Светлосерый
100	30	"	Бежевый с сиреневым оттенком	Белый с серым оттенком
100	60	"	Бежевый	То же
100	120	Светлосерый	"	Белый с светложелтым оттенком
150	15	"	"	То же
150	30	Серый с желтым оттенком	Густой бежевый	Белый
150	60	Светложелтый	"	"
150	120	"	Светлокоричневый	"
200	15	Салатный с сиреневым оттенком	Темнокоричневый	Белый с желтоватым оттенком
200	30	Желтый с оранжевым оттенком	Черный	Белый с желтым оттенком
200	60	Оранжевый	"	То же
200	120	Яркооранжевый	"	Желтый
220	15	Серый с желтым оттенком	Темнокоричневый	Желтый с белым оттенком
220	30	Светлооранжевый	Черный	Светлобежевый
220	60	Яркооранжевый	"	Бежевый
220	120	"	"	Светлокоричневый

Подобный же опыт был проделан со смесью льняного масла (1,5% по весу) и песка. Через 5 мин. полосы неоднородности исчезли; это показывает, что масло лучше и быстрее распределяется между зернами песка, чем канифоль. Интересно,

что, рассматривая ту же смесь в лучах видимого спектра, никакой разницы в ее перемешивании обнаружить не удавалось.

Еще более заметным было качество перемешивания при облучении двух образцов, изготовленных из песка с добавкой 2% декстрина и 3% воды, причем оба образца перемешивались в течение одного и того же времени, но один вручную, а другой — на бегунах. Образцы были просушены в одинаковых условиях. На-глаз никакой разницы между ними при дневном освещении обнаружить было нельзя, поверхность их была одинаковой. При облучении же этих образцов ультрафиолетовыми лучами неоднородность смеси, перемешанной вручную, была совершенно явственной.

Второй пример относится к наблюдению люминесценции связующей добавки, высушенной при разных температурах. Наблюдалась люминесценция добавки, нанесенной на стеклянную или металлическую пластинку.

Полученные в результате опытов данные приведены в табл. 6.

Данные табл. 6 показывают, что флюоресценция связующих добавок изменяется в зависимости от режима высушивания. По изменению цвета можно быстро установить оптимальный режим.

С помощью люминесцентного анализа можно также контролировать режим высушивания стержневых смесей. Для каждой связующей добавки имеется оптимальная температура и время высушивания; установив предварительно эти оптимальные условия, в дальнейшем можно контролировать, соблюдаются ли они путем люминесцентного анализа смесей. Пережог стержней явственно обнаруживается при помощи люминесцентного анализа, как это видно из табл. 7. Несмотря на неизменную общую прочность образца на разрыв ($R_t=2,5$ кг/см²), поверхность его флюоресцирует различным цветом в зависимости от состояния связующей добавки.

Таблица 7

Изменение цвета флюоресценции смеси из кварцевого пека с 5% сульфитного щелока в зависимости от изменения режима высушивания

Режим высушивания		Цвет флюоресцирующего образца	Характеристика поверхности образца
температура °C	длительность высушивания, обеспечивающая равную прочность смесей в сухом состоянии $R_t=2,5$ кг/см ²		
100	9 час.	Сиренево-коричневый	Удовлетворительная
130	2 часа	Светлокори́чевый	"
160	1 час	"	Хорошая
200	40 мин.	Черный	Неудовлетворительная
230	30 мин.	"	"

Таким образом люминесцентный анализ позволяет определять качество поверхности стержней после их высушивания.

Применение люминесцентного анализа для исследования связующих добавок. Разработанные нами методы были применены при решении одного из заданий главного металлурга Министерства тяжелого машиностроения, лауреата Сталинской премии Н. А. Шамина при исследовании образцов связующих добавок, привезенных из Германии в 1945 г. проф. П. П. Бергом и канд. техн. наук А. М. Ляссом. В условиях обычного освещения добавки имели вид черного порошка различных оттенков. При облучении ультрафиолетовыми лучами порошки светились каждый присущим ему цветом. На основании данных табл. 2 удалось классифицировать эти добавки. Контрольные испытания полностью подтвердили результаты, полученные с помощью люминесцентного анализа.

Таким образом не только было сокращено время исследования образцов, но и гарантировалась большая точность полученных результатов.

Выводы

1. Люминесцентный анализ может быть рекомендован для контроля свойств формовочных материалов.

2. Люминесцентный анализ может быть в первую очередь применен для определения: а) типа связующих добавок, б) степени их однородности, в) качества перемешивания формовочных смесей, г) качества высушивания стержней.

В частных случаях люминесцентный анализ может быть применен для определения количественного состава формовочных материалов.

3. Во многих случаях исследовательских работ можно рекомендовать люминесцентный анализ в качестве метода, дающего возможность обнаруживать изменения, которые не могут быть замеченными при других методах наблюдения.

4. Изготовление и эксплуатация прибора для люминесцентного анализа не представляет трудностей.

Подробнее можно узнать в Центральном научно-исследовательском институте технологии и машиностроения (ЦНИИТМАШ).

ЛИТЕРАТУРА

1. Краснова В. С., Люминесцентный анализ нефтей и смазочных масел, «Заводская лаборатория» № 6, 1945, стр. 561.

2. Орлова, Флюоресценция минералов и использование ее в горном и разведочном деле, «Минеральные ресурсы зарубежных стран», вып. 1, 1945.

3. Уклонский А. С., Минералогия, Гостоптехиздат, 1940.

4. Комовский Г. И. и Аблонский А. Ф., Люминесценция минералов и аппаратура для ее исследования, «Проблемы советской геологии» № 4, 1938.

5. Вавилов С. И., «Оптика в военном деле», Сборник статей, т. 1, изд. Академии Наук, 1945.

6. Риль Н., «Люминесценция», Гостехиздат, 1946.

7. Danckwort, Lumineszenz Analyse.

8. Материалы совещания по вопросам люминесценции, «Известия Академии Наук СССР» № 4—5, 1945.

9. Шребер-Спасеский, Метод перазрушающего люминесцентного контроля металлических и неметаллических изделий, «Заводская лаборатория» № 6, 1945, стр. 570.

10. Константинова, Шлезингер М. А., Люминесцентный анализ и его применение, «Заводская лаборатория» № 7, 1939.

11. Константинова, Шлезингер М. А., Краснова В. С., «Заводская лаборатория» № 6, 1945, стр. 567.

12. Ролль и Рисс, Люминесцентный анализ стержневых масел и связующих, «Giesserei» № 16, 1942, стр. 269—273.

Машина для испытания металлов на усталость

Канд. техн. наук М. М. САВЕРИН и канд. техн. наук С. И. ЯЦКЕВИЧ

Выбор допускаемых напряжений при расчете деталей, работающих в условиях переменных нагрузок, базируется на пределах усталости. Отсутствие этой характеристики для большинства материалов ведет в одних случаях к выбору повышенного запаса прочности, в других — является причиной преждевременного выхода из строя механизма.

Машина Шенка, относительно широко распространенная в наших лабораториях, позволяет получить предел усталости при симметричном круговом изгибе лишь на образцах диам. 7,52 мм.

В ЦНИИТМАШ разработана и построена (конструкторы инж-ры С. И. Яцкевич и Д. Г. Поляков) машина УИПМ, которая рассчитана на образцы диам. 18 мм. При ее конструировании в основу была положена схема Шенка, обеспечивающая постоянный изгибающий момент по длине образца. На рис. 1 дан общий вид двух машин УИПМ, установленных в лаборатории усталостной прочности ЦНИИТМАШ. Каждая из них предназначена для одновременного испытания двух образцов и имеет два независимых шпинделя. Схема шпинделя с нагрузочным устройством и приводом показана на рис. 2. Испытываемый образец 1 зажимается цангами 2 в полых полушпинделях 3. Весь комплект (образец и оба полушпинделя) представляют собой балку на двух опорах — сферических шариковых подшипниках 4. Постоянный по длине изгибающий момент достигается приложением двух равных сосредоточенных нагрузок. Усилие передается посредством двух симметрично расположенных сферических шариковых подшипников 5, связанных тягами 6 с траверсой 7. Нагрузка на траверсу задается грузом 8 при помощи рычага 9 и тяги 10. Подшипники 4 и 5 укреплены на промежуточных втулках 11. Сферичность подшипников и осевая свобода крепления, достигаемая промежуточными втулками, обеспечивает нормальную работу этих подшипников в условиях весьма значительных прогибов образцов. Привод шпинделя осуществляется от независимого асинхронного электродвигателя 12 мощностью 0,7 квт при 2840 об/мин. Карданное соединение электродвигателя и шпинделя при расположении шарнира 13 на оси качания сохраняет работоспособность машины при прогибе образца. Машина снаб-

жена счетчиком числа оборотов, который связан с валом электродвигателя через упрощенную червячную передачу 14.

Для зажима и освобождения цанги служит специальная скалка, имеющая на конце кольцевой выступ.

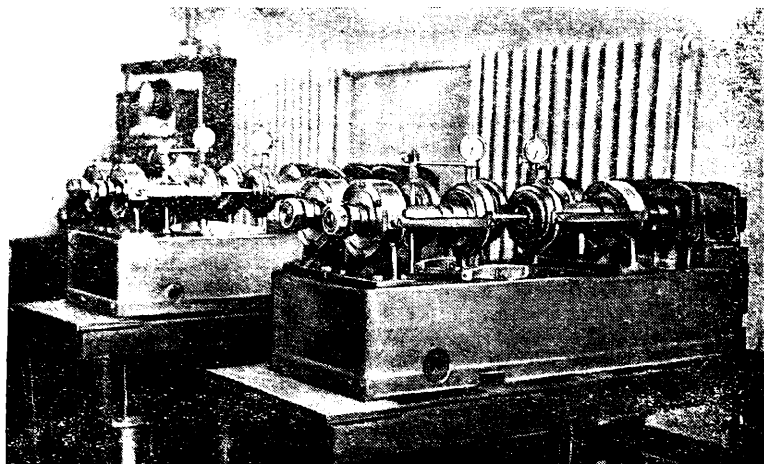


Рис. 1. Общий вид двух машин УИПМ

Опыт эксплуатации показал, что машина может быть использована для испытания не только обычных, но и высокопрочных сталей, при различных видах ее термической обработки, а также для испытания чугунов и цветных сплавов. При

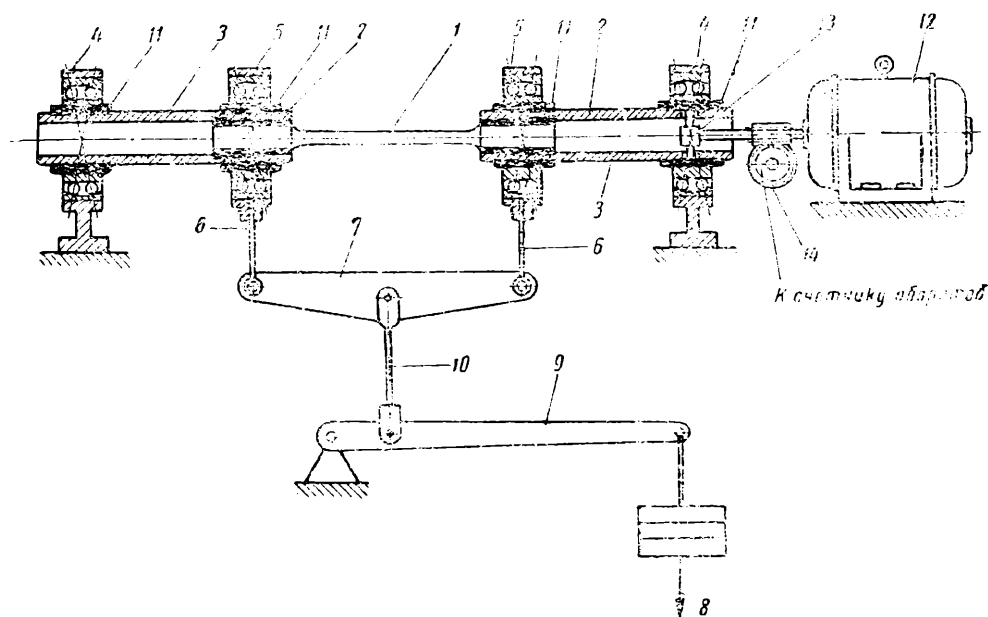


Рис. 2. Схема шпинделя с нагрузочным устройством и приводом

достаточном количестве образцов ошибка при определении предела усталости не превышает 1 кг/мм². На рис. 3 приведены две типичные усталостные кривые, построенные по результатам испытаний, проведенных на машине. Подсчет величины груза производится по формуле:

$$G = \frac{\sigma \cdot d^3}{12730},$$

где G — вес груза в кг;

σ — напряжение в рабочей части образца в кг/мм²;

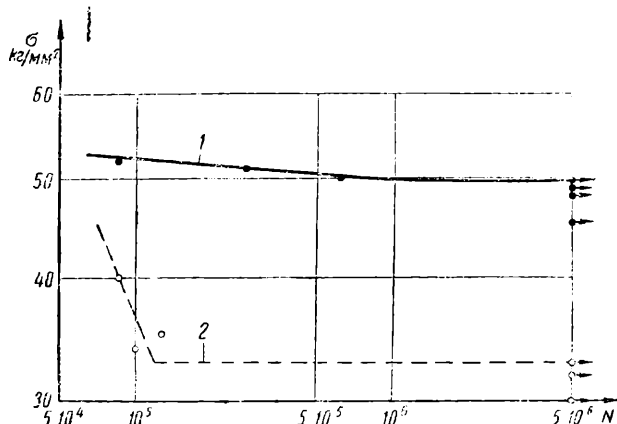
d — диаметр рабочей части образца в мм.

Формула составлена с учетом фактических плеч рычагов и хорошо подтверждается данными тарировки.

Следует заметить, что при испытании образцов, упрочненных лишь в рабочей части, необходимо ограничить их диаметр величиной в 16 мм во избежание поломок в цапгах.

Рис. 3. Усталостные кривые, построенные по результатам испытаний, проведенных на машине УИПМ. Образцы из стали 18ХНВА (закалка + отпуск; $R_C = 37-41$) с надрезом diam. 18 мм.

1 — после обдувки дробью diam. 0,6—0,8; $\sigma_w = 49,5$ кг/мм²; 2 — без обдувки, $\sigma_w = 33$ кг/мм²



Как существенный недостаток описанной конструкции следует отметить отсутствие автоматического выключения машины при поломке образца. Однако этот дефект поддается устранению и не может служить препятствием к внедрению машины УИПМ в соответствующих лабораториях.

Пробежные машины для испытания стальных канатов на выносливость

Канд. техн. наук Д. Г. ЖИТКОВ

Общераспространенную оценку механических свойств стального каната по величине разрывного усилия нельзя считать методом, который давал бы подлинную и полную характеристику сопротивляемости каната. В реальных условиях работы канаты, помимо растягивающих усилий, подвергаются кручению, смятию, истиранию и действию изгибающих усилий, часто меняющих свое направление и величину. Только длительные испытания каната на усталость металла, проводимые по методу многократных перегибов при постоянном натяжении каната, могут дать более правильную характеристику его выносливости. Такие испытания можно осуществлять только на пробежной машине, которая создает условия идентичные с условиями его работы в подъемно-транспортном устройстве. В настоящее время этот метод испытания признан наиболее совершенным.

Результаты исследований на пробежных машинах, полученные автором, весьма интересны с практической и с теоретической точек зрения.

Пробежные машины могут быть разных конструкций, но в основном различают два типа их. К первому — относятся машины с блоками, совершающими возвратно-вращательные движения, ко второму — машины с блоками, движущимися лишь в одном направлении. Недостатком машины первого типа является ограниченная скорость испытания, которую трудно увеличить вследствие возникающих сил инерции при возвратно-вращательном движении. Недостаток работы машины второго типа состоит в том, что концы испытываемого каната необходимо счаливать, причем место счалки также располагается на испытываемом участке, что весьма нежелательно. Кроме того, при счалке остающиеся концы прядей заделываются внутрь каната на место вырезанного сердечника; в местах счалки канат имеет утолщение и теряет свою гибкость. При испытании такого образца можно предположить, что разрушение каната сначала начнется на том участке образца, где находится счалка, поэтому машины такой конструкции больше подходят для исследования не самого каната, а качества его счалки.

На рисунке приведена одна из пробежных машин на 10 000 кг.

Ведущим, несменным блоком в машинах первого типа является верхний блок. Возвратно-вращательное движение ведущие блоки получают от мотора через червячную передачу и кривошипно-балансирующий механизм.

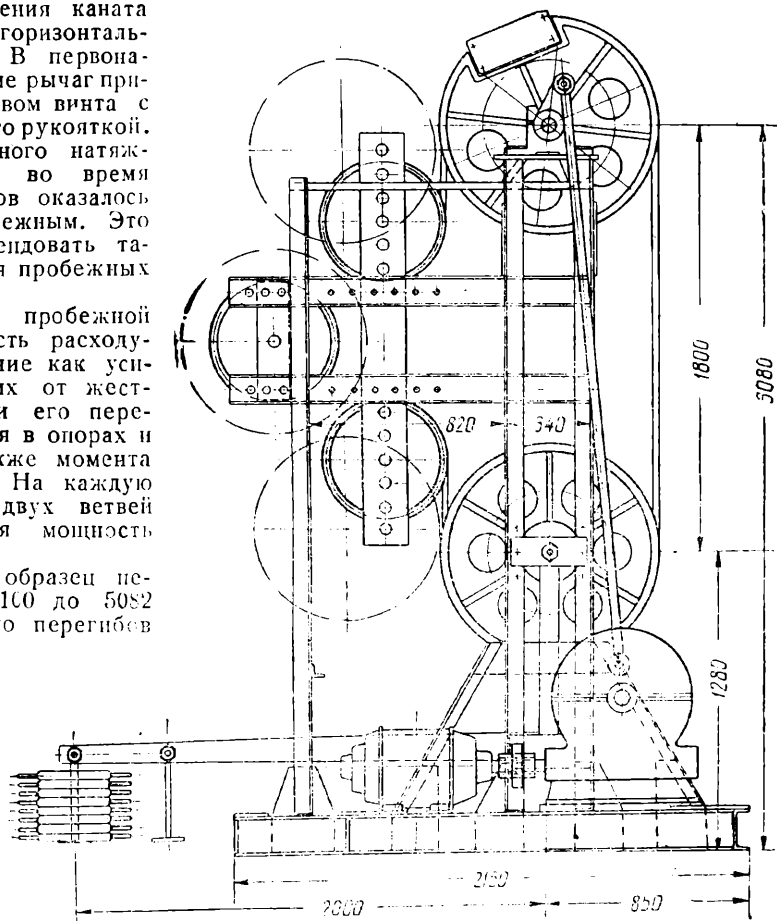
В пробежной машине большую роль играет натяжное устройство. От него канат получает натяжение с заданной силой, которую он сохраняет постоянной в процессе всего испытания. Работа натяжного устройства усложняется тем, что

во время испытания канат от нагрузки удлиняется до 1,5 — 2%. От удлинения увеличивается расстояние между ведущими и испытательными блоками. Натяжение канатов осуществляется непосредственно подвешиванием груза (до 50 т) или при помощи рычага второго рода (от 0,5 до 60 т) или гидравлическим домкратом.

Ось вращения рычага является ось испытательного блока; на один конец рычага подвешивается заданный груз, другой же шарнирно связывается с винтом. Вследствие удлинения каната рычаг выходит из горизонтального положения. В первоначальное положение рычаг приводится посредством винта с гайкой, вращаемого рукояткой. Действие рычажного натяжного устройства во время испытания канатов оказалось хорошим и надежным. Это позволяет рекомендовать такое устройство для пробных машин.

Потребляемая пробной машиной мощность расходуется на преодоление как усилий, возникающих от жесткости каната при его перегибе, так и трения в опорах и в передаче, а также момента от сил инерции. На каждую тонну нагрузки двух ветвей каната требуется мощность около 0,7 л. с.

Испытуемый образец перегибается от 2160 до 5082 раз в час; число перегибов



подсчитывается специальным счетчиком, действие которого при остановке машины, а также при разрыве каната прекращается. После разрыва образца машина автоматически останавливается.

На пробной машине необходимо производить испытания канатов двух видов. Первое из них — контрольное испытание по определению срока службы каната, подлежащего навеске. Испытания ведутся при вполне определенных условиях (допускаемая нагрузка и величина отношений $\frac{D}{d}$ или $\frac{D}{\delta}$). В зависимости от конструкции и условий работы данного каната испытания продолжают: 1) до обрыва первой проволоки образца; 2) до заданного числа изгибов образца вокруг сменного блока и 3) до полного разрушения образца.

В процессе испытания рекомендуется через определенное число перегибов останавливать машину и подсчитывать обрывы проволоки на длине шага сбивки каната. Полученные данные дают полную характеристику каната в части его выносливости.

Второй вид испытаний должен заключаться в изучении свойств каната, в выяснении влияния на его выносливость различных металлургических, технологических и конструктивных факторов.

Испытанию на пробной машине должны подвергаться не только канаты, но и отдельные его пряди, так как свойства каната в значительной мере зависят от свойств его прядей. Поэтому канатные заводы и канатно-испытательные станции должны иметь несколько пробных машин различной мощности.

Универсальная подмодельная плита для формовочных машин

(Авт. свид. № 68636, выданное инж. Миценгендлеру)

Существующие конструкции подмодельных плит на формовочных машинах не обеспечивают быстрой точкой установки и смены моделей. Поэтому для малого количества формуемых деталей машинная формовка невыгодна.

Существующие конструкции подмодельных плит на формовочных машинах не обеспечивают быстрой точкой установки и смены моделей. Поэтому для малого количества формуемых деталей машинная формовка невыгодна.

Для быстрой и точной установки модели на ней нанесены две жирные риски 12, соответствующие линиям Д и 5 координатной сетки. Цифровая риска имеет стрелку, обращенную к контрольному штырю 13. Центрирование и крепление моделей к доске осуществляется

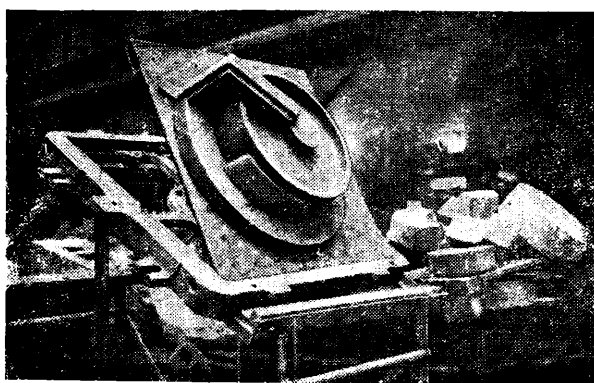


Рис. 1

Принятая на Уралмашзаводе по предложению инж. Миценгендлера рациональная конструкция универсальной подмодельной плиты значительно расширяет возможность применения машинной формовки для штучных деталей.

В предложенном устройстве (рис. 1 и 2) крепление моделей, в отличие от обычного, производится на специальной откидной доске 1, для легкости подъема уравновешенной торсионом 2, скручивание которого регулируется винтом 3. Откидная стойка 1 удерживает доску под углом на время установки и снятия модели. Защелки 5 и 6 закрепляют доску в рабочем положении на корпусе 7.

На откидной доске просверлены сквозные отверстия 8 диаметром 10 мм, расположенные по координатной 100-мм сетке. По их центрам нанесены взаимно-перпендикулярные линии 9, обозначенные по горизонтали цифрами, а по вертикали — буквами, что позволяет быстро и правильно фиксировать место модели. В нижнюю часть модели 10 врезаются и крепятся

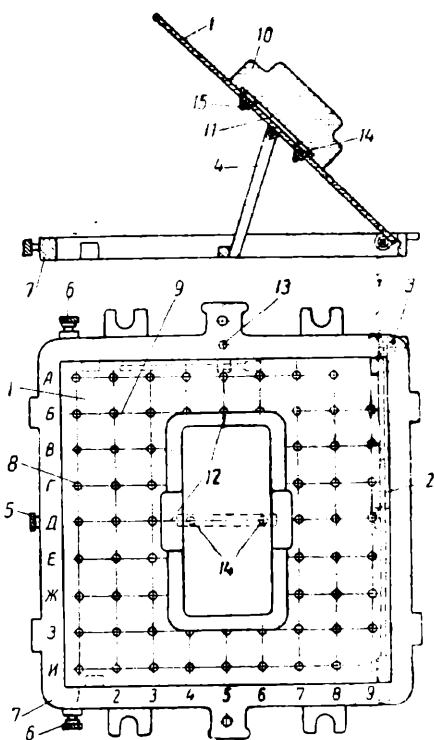


Рис. 2

двумя пальцами, ввернутыми в планку, и гайками 15.

А. П.

Балансировка машин в своих подшипниках

Вибрации машин в подавляющем большинстве являются результатом действия неуравновешенной силы C , которая определяется формулой:

$$C = M\omega^2 R,$$

где M — масса;

ω — угловая скорость;

R — радиус приложения массы.

Поскольку центробежная сила возрастает пропорционально квадрату угловой скорости, особого внимания требует уравнивание быстроходных машин, к числу которых следует отнести турбины, турбокомпрессоры, центрифуги и пр.

Если ротор уравновешен, то центробежные силы вызывают только внутренние

весного состояния на протяжении всего периода ее эксплуатации, так как отдельные части ротора неравномерно изнашиваются.

Все сказанное заставляет изыскивать способы, при помощи которых можно было бы точно отбалансировать машину на заводе при изготовлении и производить дополнительную балансировку при монтаже, а также в процессе эксплуатации машины.

Для указанной цели автором предложен прибор для динамической балансировки машин в своих подшипниках ¹. С помощью этого прибора могут быть отбалансированы машины, установленные на фундамент и делающие от 600 до 6000 об/мин.

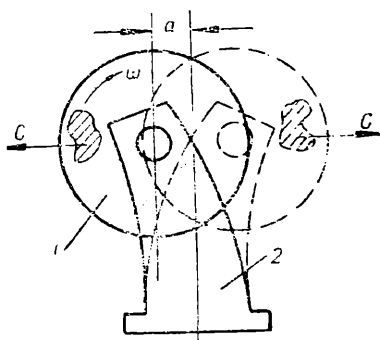


Рис. 1

напряжения в материале ротора, но не проявляются внешне. Однако незначительная неуравновешенная масса способна вызывать весьма большую неуравновешенную центробежную силу, действующую в процессе вращения попеременно во всех направлениях и вызывающую вибрации машины. На рис. 1 показан ротор 1, неуравновешенная масса которого, создавая неуравновешенную центробежную силу C , вызывает вибрации (a) опоры 2.

Наши предприятия, выпускающие быстроходные машины, проводят работы, имеющие целью устранить вибрации, совершенствуют существующие и создают новые станки для динамической балансировки.

Один из недостатков применяемого процесса динамической балансировки тяжелых роторов заключается в том, что он производится при значительно меньшем числе оборотов по сравнению с рабочими оборотами машины.

При большом числе рабочих оборотов ротора последний под действием центробежных сил искривляется, занимая иную, по сравнению со статическим положением, форму, что создает так называемый „упругий небаланс“. В результате ротор, даже точно отбалансированный при низком числе оборотов, при высоких (рабочих) оборотах порождает значительные вибрации.

Кроме того, отбалансированная при изготовлении машина не сохраняет равно-

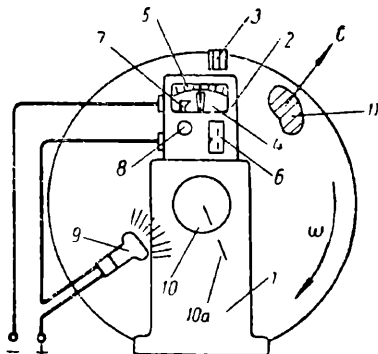


Рис. 2. Схема балансировки машины

Весь процесс балансировки требует трех пусков машины с частичной разборкой для установки грузов, корректирующих массу ротора. Балансировка с помощью прибора разнообразных машин на многих предприятиях показала, что точность ее может быть доведена до 0,01 мм двойной амплитуды остаточных колебаний.

Способ балансировки основан на измерении вибраций машин виброметром, построенным на принципе механических резонансных колебаний и связанным с виброметром стробоскопического устройства, который служит указателем сдвига фаз колебаний.

Схема процесса балансировки представлена на рис. 2. На колеблющуюся часть машины, например подшипниковую опору 1, устанавливается виброметр 2; маховичком 3 виброметр настраивается в резонанс колебания машины. Амплитуды колебаний измеряются отсчетом веерообразной тени индикатора 4 по горизонтальной шкале 5. Вертикальная шкала 6 указывает частоту колебаний.

Подвижной контакт 7 подводится маховичком 8 таким образом, что за каждый период колебания индикатора 4 замыкается контакт, включающий в сеть постоянного тока безинерционную лампу 9.

¹ Авт. свид. СССР 66999, американский патент 2301291, английский — 537521, французский — 865342).

Освещая этой лампой торец ротора (в данном случае торец вала), можно наблюдать так называемый стробоскопический эффект — явление неподвижности вращающейся детали. Это позволяет отметить стробоскопическое положение какого-либо ориентира, например меловой черты 10, на неподвижной части машины — черта 10а.

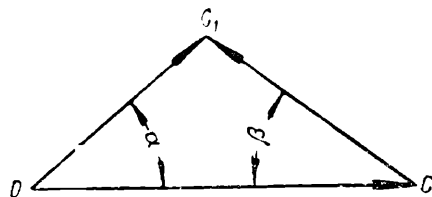


Рис. 3. Графическое решение задачи нахождения места и значения уравнивающего груза

Поскольку вспышки лампы 9 являются следствием вынужденных колебаний индикатора 4 и подшипниковой опоры 1 под действием возмущающих колебаний, создаваемых массой 11, последняя в момент стробоскопического эффекта будет занимать в юле определенное положение (закон сдвига фаз вынужденных и возмущающих колебаний).

Далее, остановив машину, подвешивают в любом месте ротора подходящий пробный уравнивающий груз.

Вторичный пуск машины, измерение амплитуды колебаний машины и угла перемещения ориентира при наблюдении стробоскопического эффекта позволяют

математически точно определить место и значение уравнивающего груза.

Наиболее простой графический метод нахождения места и значения уравнивающего груза заключается в следующем. Сначала наносят в каком-либо масштабе вектор $\vec{OC}$ (рис. 3) соответственно вибрации машины до установки пробного груза. Затем, под углом α , определяющим величину перемещения ориентира под влиянием установки пробного груза, в том же масштабе, наносят вектор $\vec{OG}_1$, соответствующий амплитуде колебания машины после установки пробного груза.

Очевидно, вектор $\vec{OC}_1$ является суммой

$$\vec{OC}_1 = \vec{OC} + \vec{CC}_1,$$

и по закону Гука (амплитуда пропорциональна возмущающей силе) условия равновесия будут достигнуты, если уравнивающую массу переместить на угол β , а вес пробной массы откорректировать согласно уравнению

$$Md = \frac{Mp \cdot \vec{OC}}{\vec{CC}_1},$$

где Md — уравнивающий груз;

Mp — пробный груз.

Автором разработаны номограммы, позволяющие квалифицированному оператору со средним образованием производить балансировку сложных машин.

Общий вес прибора — 2 кг, питание — от сети переменного тока 220—110 в.

Инж. Н. В. Колесник

Публикация изобретений¹

А. С. ГЕЛЬМАН. «Способ контактной стыковой сварки сопротивлением» (авт. свидет. № 68090, выд. Министерством тяжестного машиностроения).

Изобретение заключается в многократном нагреве изделий до температуры солидуса и охлаждении ниже критической точки при контактной стыковой сварке сопротивлением в атмосфере инертного газа. Многократный нагрев и охлаждение облегчают взаимную кристаллизацию стыков соединяемых изделий.

Д. А. ДУЛЬЧЕВСКИЙ и В. Д. ДУЛЬЧЕВСКИЙ. «Устройство для дуговой сварки кольцевых швов трубопроводов» (авт. свидет. № 68055, выд. Министерством путей сообщения).

Предлагаемое устройство предназначено для качественной электродуговой сварки труб без участия сварщиков и без применения специальных станков и сварочных головок. С этой целью сварка выполняется лежащим электродом. Для контроля места

горения дуги на окружности шва применено реле, выполненное в виде ферромагнитной пластины, управляющей контактами и располагаемой над кромками стенок флюсовой коробки, образующих полюсы электромагнита. Последний возбуждается проходящим по электроду сварочным током, напряженность поля которого изменяется в зависимости от места горения дуги внутри флюсовой коробки.

В. А. КОВАЛЬСКИЙ, П. А. КОЛЫЖЕНКОВ и П. И. КУПЦОВ. «Ацетиленовый генератор высокого давления» (авт. свидет. № 68069, выд. Главным управлением по кислороду).

Для автоматического регулирования генератор снабжен подпружиненной мембраной для управления затвором бункера с карбидом и корзинкой для приема карбида. Последняя выводится из контакта с водой посредством другой мембраны и рычажной системы при повышении давления газа в генераторе.

¹ Извлечение из «Бюллетеня изобретений Госплана Совета Министров СССР» № 3, 1947.

Рецензии

ГОНЧАРОВ Н. Р. *«Определение напряжений в деталях машин посредством тензометрирования и лаков»*, Ленинград, Машгиз, 1946, 140 стр., т. 8000, ц. 7 руб.

Название книги говорит, что она должна относиться к весьма важной области исследования машин и конструкций, мало освещенной в нашей литературе. Однако на деле — это безграмотная, вводящая читателя в заблуждение, макулатура, которая не имеет ничего общего с освещением современного состояния вопроса. Выход в свет технической книги с таким числом принципиальных ошибок представляет собой еще неизвестное до сего времени явление.

Здесь мы ограничимся преимущественно лишь общими выводами, которые необходимо сделать после ознакомления с книгой Н. Р. Гончарова¹.

Книга представляет собой искаженный пересказ отдельных мест главным образом устаревших статей, заимствованных из немецких журналов, а также оставшихся непонятыми автором книги рекламных проспектов американских фирм. Новые методы тензометрирования, получившие развитие за последние годы, необходимого отражения в книге не имеют. Как видно по всему изложению, у автора нет опыта работы и необходимых знаний в рассматриваемой им области. Поэтому число крупных принципиальных ошибок, даже в элементарных вопросах, неточностей, искажений смысла и неправильных выводов исключительно велико. Автор с низкоквалифицированным излагает устаревший иностранный материал, допуская при этом сотни ошибок, но не освещает работы наших лабораторий, применяемые ими методы и аппаратуру.

Ценные достижения советских исследователей, которые попали в книгу случайно, так как они не имеют прямого отношения к теме (работа Г. Л. Ширмана и др.), даны с извращениями, лишаящими их смысла.

В описании электрических приборов читателю преподносится целая серия не существующих физических эффектов. Например, до сих пор считалось, что сопротивление металлических проводников меняется

при изменении температуры и геометрических размеров. По утверждению же автора действие тензометра «металлэлектрик» основано на «свойстве металлических проводников менять электрическое сопротивление при пропускании через них электрического тока». Каждый радиолюбитель знает, что работой радиоламп управляют путем изменения электрического потенциала на их сетках. Между тем автор неоднократно указывает на ошибочность этих взглядов и у него радиолампы успешно управляются... изменением силы тока на сетке. Оказывается также, что кварц, широко применявшийся до сих пор в радиотехнике для стабилизации самых различных частот, в сущности работает по недоразумению, так как частоту кварца автор книги раз и навсегда определил в 1200 гц. Далее мы узнаем, что известный всем со школьной скамьи измерительный мостик Уитстона работает в качестве осциллографа, т. е. приобрел свойство записывать на фотобумаге величину электрических токов. Полутно автору удается настолько изменить характеристики пьезокварцевого осциллографа с рабочим напряжением в 1200 в, что он находит вполне возможным рекомендовать его для регистрации тысячных долей вольт.

В последних разделах книги описан ряд «новинок». Тут и коэффициенты линейного расширения вместо температурных коэффициентов сопротивления, и усилители, через которые «передаются» деформации в деталях машин, и скользящие кольца, с которых усилители «снимают» изменение сопротивления датчиков, и «сетевой ток» для питания индукционных тензометров, и относительное изменение деформации вместо относительной деформации, и клей, который должен «не мешать работе датчика», и многое другое. Заодно автор вносит свои поправки в географию, перебрасывая Масачусетс из США в Англию.

Изданный Машгизом «труд» Н. Р. Гончарова получил соответствующую оценку в решении Комиссии по тензометрированию Комитета прочности ВНИТОМАШ, рассмотревшей эту книгу: «...Книга Н. Р. Гончарова, дезориентируя читателя и навязывая ему неправильные представления, может принести только вред, вследствие чего никак не может быть использована конструкторами, в исследовательских и за-

¹ Более полно основные дефекты и ошибки указаны в рецензии, помещаемой в журнале «Советская книга».

водских лабораториях и в вузах, как это предлагается в предисловии. В связи с этим непригодность книги должна быть широко оглашена через печать...»

У читателей естественно возникают два вопроса. Первый — может ли быть, что в Советском Союзе нельзя найти достаточно интересного, действительно научного материала в затронутой Н. Р. Гончаровым области, и второй — каким образом такой «труд», дезинформирующий читателей в иностранном опыте и по существу являющийся пасквилем на достижения отечественных институтов, мог получить одобрение покладистых редакторов.

Ответим на первый вопрос выдержкой из того же решения Комиссии по тензометрированию: «...В книге Н. Р. Гончарова совершенно отсутствуют необходимые сведения о существующих и больших работах по исследованию напряжений, которые проводятся в советских лабораториях. Опыт работы в этой области таких институтов, как ЦАГИ, Институт Машиностроения, ЦИАМ и многих других, значительно более ценен и нов, чем случайный материал книги. Результаты работ, выполненных в этих институтах, докладываются их сотрудниками на конференциях и семинарах, доступных для всех. Книга Н. Р. Гончарова, изданная Машгизом, никакого отношения к работам советских исследователей не имеет.

Что касается второго вопроса, то мы надеемся, что на него даст ответ Научно-техническое Издательство машиностроительной литературы после внимательного изучения материала рецензии.

А. А. Бобров, Н. И. Пригоровский и Н. П. Раевский.

* * *

ГЕЛЬМАН А. С. «Технология контактной сварки», Машгиз, 1946, Допущено в качестве учебника для техникумов, 219 стр., 174 рис., т. 5000, ц. в пер. 13 руб.

Книга А. С. Гельмана появилась весьма своевременно, восполняя давно ощущавшийся недостаток в литературе по контактной сварке. Написанная как учебник для сварочных техникумов она несомненно встретит сочувственный прием и у многочисленных технических работников, соприкасающихся в своей работе с вопросами контактной электросварки.

Содержание книги разделено на 17 глав. В первых трех главах излагаются основные принципы метода контактной электросварки, электротермические и металлургические процессы, сопутствующие ему. Далее рассматриваются электрические характеристики и трансформаторы контактных машин. Затем последовательно разбираются машины и технология стыковой, точечной и шовной сварки, причем значительное внимание уделено прерывателям тока. Небольшие главы посвящены конденсаторной сварке, электронагреву. Заключительные главы рассматривают установ-

ку и обслуживание контактных машин, нормирование процесса, разработку технологических карт.

При первом ознакомлении с книгой прежде всего бросаются в глаза допущенные неточности, мелкие ошибки и опечатки. Так, в введении искажено имя изобретателя контактной сварки — Томсона, который назван Томпсоном.

На стр. 2 в главе 1 плохо выполнены рис. 1 и 2 (схемы контактных машин), плохо и малопонятно изображена электрическая часть машин.

На стр. 18 допущена арифметическая ошибка в подсчете сопротивления: вместо $297 \cdot 10^{-6}$ указано $337 \cdot 10^{-6}$.

По табл. 4 на стр. 19 теплоемкость латуни равна 0,9, тогда как следует 0,09. Есть опечатка в формуле (4) на стр. 39.

В табл. 29 (режимы шовной сварки по ЦНИИТМАШ) нет таких необходимых данных, как мощность машины или сета сварочного тока.

Электрическое напряжение в книге обозначается буквами E и V , вместо стандартного и обязательного для учебника обозначения буквой U .

Вместо общепринятого термина «прерыватели тока» часто применяется мало удачный термин «включатели». Неудачно и выражение «ионные контакторы», встречающиеся в гл. IV.

В учебнике для сварочного техникума нежелателен термин «автогенная резка» (стр. 76), вместо «кислородная резка». Главу XIV лучше было бы назвать не «конденсаторная сварка», а импульсная, так как здесь, наряду с конденсаторной, рассматривается и электромагнитная сварка.

Следует отметить, что отдельные вопросы изложены в книге неудачно. Это, например, относится к классификации методов контактной сварки и контактных машин.

В главе IV не указаны особенности регулирования контактных машин посредством дросселя.

Слабо изложен поверочный расчет трансформатора в той же главе, отсутствует векторная диаграмма трансформатора, очень полезная в данном случае.

Принципиально неправильно при установлении режимов сварки исходить из удельной мощности машин в квт. Процесс сварки определяется силой сварочного тока I_2 , кажущаяся мощность может сильно меняться для одного и того же тока I_2 в зависимости от конструкции машины и вторичного напряжения холостого хода U_{20} . Примером правильного установления режимов могут служить многочисленные американские таблицы, имеющиеся в книге, в которых даются силы сварочного тока.

Неудачны рассуждения в главе IX о направлении электрического тока, за которое условно принимается направление движения положительного электрического заряда, независимо от направления движения заряженных материальных частиц, создающего ток. Ток и движение заряженных частиц, например электронов, не одно и

то же: электроны могут перемещаться с произвольной скоростью, а ток всегда имеет скорость $C = 3,10^{10}$ см/сек.

Недостаточно ясно и точно изложено устройство фазовращателя и модулятора.

Следующий недочет — недостаточность материала и излишняя краткость изложения по ряду вопросов. Часто заметно, что автору не хватает места, он опускает важные подробности и переходит на конспективное изложение, что затруднит студентам техникума усвоение курса. Например, слишком сжато изложены особенности сварки углеродистых и легированных сталей, алюминиевых сплавов, описаны хорошо сваривающиеся алюминиевые сплавы, например, типа «алтмаг». Излишне кратко изложены многие вопросы по ионным прерывателям, по трубосварочным машинам, совсем не упомянуты аккумуляторная, импульсная сварка, щипцы для работы с угольными контактами.

К наиболее удачным относятся те места книги, где говорится об электрическом сопротивлении контакта и пластинки (в главе II), о металлургических вопросах сварки, в особенности легированных и нержавеющей сталей, о механической части контактных машин. Очень хорошо и интересно изложены образование сварной точки (глава VIII), метод теплового контроля качества точечной сварки, обстоятельно разобрана ее технология. Эти разделы являются полезным дополнением нашей сварочной литературы и ценность их выходит за рамки обычного учебника.

Книга полностью отвечает своему назначению, является качественным учебником для сварочных техникумов и будет полезна для широкого круга технических работников, интересующихся вопросами контактной сварки.

Действ. член. АН УССР К. К. Хренов

Новые издания Машгиза

Алов А. А., Электроды для дуговой сварки и наплавки (ЦНИИТМАШ), Свердловск, Машгиз, 1947, 87 стр. с черт., т. 8000, ц. 6 р. 50 к.

В этом справочнике, наряду с некоторыми теоретическими предпосылками, которые должны помочь инженерно-техническим работникам при выборе электродов, содержатся необходимые сведения о наиболее зарекомендовавших себя марках электродов, целесообразность применения которых в промышленности не вызывает сомнений.

Справочник предназначен для практических работников в области дуговой электросварки.

Богуславский Б. Л., Новое в станкостроении (по иностранным материалам), М., Машгиз, 1947, 307 стр. с черт., т. 5000, ц. 17 р. 50 к. в пер.

В книге описываются новые конструкции станков и методы обработки металлов резанием, которые получили освещение в иностранной печати (1940—1945 гг.) и могут оказаться полезными нашим техникам и инженерам. Анализируются основные тенденции развития станкостроения в разных странах по отдельным типам станков и методам их производства.

Книга предназначена для работников станкостроительной промышленности и для лиц, работающих по металлообработке.

Вопросы развития советского мостового краностроения. Сборник статей (Минтяжмаш), М., Машгиз, 1947, 96 стр. с черт., т. 3000, ц. 3 руб.

В сборнике подытожены работы по созданию новых типов мостовых кранов.

Книга предназначена для инженерно-технических работников, занятых проекти-

рованием и эксплуатацией мостовых кранов.

Гостев В. И., Качество штампованных поковок и методы предупреждения брака в кузнечных цехах, М., Машгиз, 1947, 195 стр. с черт., т. 5000, ц. 13 руб. в пер.

Настоящий труд является первой попыткой систематизировать опыт работы над проблемой качества штампованных поковок. В книге приведены классификация и характеристика брака в кузнечных цехах, освещены вопросы норм точности на изготовление поковок и технологичности конструкций штампованных деталей, указаны рекомендуемые методы технического контроля поковок. В заключение излагается рекомендуемая организация технической службы по предупреждению брака и контролю качества продукции в кузнечно-штамповочных цехах.

Книга ориентирована на широкий круг работников кузнечно-штамповочного производства (начальников цехов, конструкторов, технологов, мастеров, работников ОТК и лабораторий). Она может служить также в качестве пособия для учащихся по кузнечной специальности во втузах и техникумах.

Попов А. Д., канд. техн. наук и Кузин Р. П., лауреат Сталинской премии, Пригар и засоры на стальных отливках. Изд. 2-ое, доп., Свердловск, Машгиз, 1947, 91 стр. с табл., т. 4000, ц. 4 р. 50 к.

Авторы описывают мероприятия для устранения пригаров и засоров на поверхности отливок, при этом даются рецепты формовочных смесей и красок, устраняющих этот дефект.

Книга предназначена для инженеров и техников литейных цехов машиностроительных заводов.

Портной Н. Д., Горлов М. Я., Иванов Б. А. и др., Скоростная автоматическая сварка под флюсом (опыт завода). Под ред. проф. А. С. Огнесвецкого, Свердловск, Машгиз, 1947, 127 стр. с черт., т. 5000, ц. 9 руб.

Отражается опыт применения на Уралвагонзаводе автоматической сварки.

При составлении книги использованы материалы института электросварки АН УССР.

Книга предназначена для заводских инженеров и техников.

Тепловые насосы. Вып. 1, под ред. лауреата Сталинской премии канд. техн. наук Л. А. Шубенко (ЦКТИ), М.—Л., Машгиз, 1947, 40 стр. с черт., т. 3000, ц. 3 руб.

Работа ЦКТИ посвящена новым видам теплофикационных установок, использующих даровое топливо внешних источников тепла и этим повышающих свой к. п. д.

Книга рассчитана на работников энергетической промышленности.

Черняк В. С., Колыженков П. А., Парфенов П. Ф. и др., Аппаратура для газовой сварки и резки. Руководство по ремонту. Изд. 2-е (Главкислород при Совете Министров СССР), Свердловск, Машгиз, 1947, 164 стр. с черт., т. 5000, ц. 8 руб.

В руководстве рассмотрены основные вопросы организации и технологии ремонта аппаратуры для газовой сварки и резки, в частности технологический процесс изготовления запасных деталей, сборки и испытания аппаратуры с указанием оборудования и инструмента.

Руководство предназначено для работников заводов, пользующихся газосварочной аппаратурой.

Шейнгольд Е. М. и Бялый Н. Л., Скоростной ремонт оборудования в машиностроении, Технологические приемы и

оснастка, Свердловск, Машгиз, 1947, 120 стр. с черт., т. 6000, ц. 5 р. 50 к.

В книге обобщен практический материал по ремонту оборудования на машиностроительных заводах. Даны чертежи, схемы приспособлений, применяемых при ремонте. Освещены вопросы технологии ремонта, описаны способы изготовления запасных и восстановления изношенных деталей. Приведены приемы механизация трудоемких работ при ремонте.

Книга в основном предназначена для мастеров и технологов-ремонтников, а также может быть использована инженерно-техническими работниками при восстановлении разрушенного оборудования.

Ширяева В. А., Дробление металлической стружки (Дом техники Урал. индустриального ин-та им. С. М. Кирова), Свердловск, Машгиз, 1947, 28 стр. с черт., т. 1500, ц. 2 р. 50 к.

В брошюре устанавливаются некоторые основные положения и даются практические указания по обработке стружки и рациональному использованию ее в металлургических печах.

Брошюра предназначена для инженерно-технических работников машиностроительных заводов.

Клебанов П. Н., Газовая сварка и резка металлов, допущ. Министерством высшего образования в качестве учебника для машиностроительных вузов, М., Машгиз, 1947, 325 стр. с черт., т. 10000, ц. 20 руб. в пер.

В учебнике изложены теория и практика процессов газовой сварки и резки металлов, конструкция и расчет аппаратуры для газовой сварки и резки металлов, свойства и получение горючих газов и кислорода. Описаны особенности сварки и резки различных металлов кислородно-ацетиленовым пламенем.

Книга предназначена в качестве учебного пособия для студентов сварочной специальности машиностроительных вузов.

Из прочитанного в советских технических журналах (1947)

«Автогенное дело» № 7

В производственном отделе напечатаны следующие статьи.

А. Н. Погрюмский, «Контактная сварка труб из стали марки ЭИ-257». В статье освещаются результаты исследования, произведенного в связи с проектированием котла давлением 300 ат и температурой пара 600°, с целью сварки эсэвиков пароперегревателя из стали указанной марки.

Опытной сваркой, производившейся по методу оплавления, выяснена возможность

получения качественного шва с применением термообработки (интенсивное охлаждение шва от температуры 1100—1150°).

К. М. Имшенник, «Наварка и напайка резцов на точечных машинах». Дано описание способа наварки и напайки пластинок твердого сплава: 1) наварки на точечных машинах завода «Электрик» АТП-50, АТН-25, АТЛ-40; 2) напайки на тех же машинах в несложном приспособлении.

В. А. Верхованцев, «Опыт изготовления сварных балок таврового сече-

ния». Автор описывает предложенный им способ электросварки тавровой балки для монорейса из полос стали Ст-3, толщиной 10 мм.

И. А. Рыбчинский. «Холодная сварка чугуна». В статье дано описание дуговой электросварки чугуна по способу инж. Матюшенко, применяемого Днепропетровскими автогенно-сварочными мастерскими. Сварка — холодная, электродами из биметаллической (железо-медной) проволоки диам. 3,5—4 мм, с обмазкой из мела и жидкого стекла.

«Вестник инженеров и техников» № 5

Е. А. Попов в статье «Анализ вытяжки с утонением стенки через две матрицы», рассмотрев процесс вытяжки с цилиндрическим и коническим пуансонами, показал, что при применении конического пуансона можно значительно увеличить допустимую степень деформации. Правильность теоретического анализа подтверждена экспериментально.

Статья Т. А. Владимирского и М. С. Никитина «Газопрессовая сварка» содержит описание экспериментальных работ по разработке технологического процесса газопрессовой сварки для ремонта вагонных и других ответственных деталей. Нагрев деталей производился многопламенными горелками, работающими на ацетилене низкого давления. Опыты дали положительные результаты с более высокими техно-экономическими показателями по сравнению с электро-контактной сваркой. Разработан проект станка с автоматизацией процесса.

«За экономию топлива» № 6

В статье Н. Е. Кунакова и К. М. Гаврилова «Эксплуатация котлов-утилизаторов за мартеновскими печами» приведены данные о работе котлов, установленных на Магнитогорском комбинате. Эксплуатация котлов-утилизаторов в течение шести лет подтвердила значительный экономический эффект по использованию этими котлами отбросного тепла. В среднем, один котел, установленный за 180-тонной мартеновской печью, дает экономию около 3000 т условного топлива в год, или 13% от тепла, введенного в печь.

«Промышленная энергетика» № 6

В журнале напечатаны следующие статьи «Из предложений, премированных на втором конкурсе по экономии электрической и тепловой энергии»:

а) «Скоростное фрезерование плоскостей» (предложение коллектива завода «Большевик» Министерства вооружения).

б) «Модернизация рельсно-контактных автоматических регуляторов на действующих электросталеплавильных печах» (кол-

лектив Центральной лаборатории автоматизации МЧМ).

в) «Применение индукционного нагрева при сборке тяжелых деталей» (В. И. Троцкий, Уралмашзавод).

«Станки и инструмент» № 7

В статье С. М. Бенниа «Новые типы металлорежущих станков» (продолжение) дано описание и характеристика станков: многорезцового полуавтомата 183А и модели 1720, а также шестипиндельного пруткового автомата, модель 1266.

В статье «Новые инструменты и приборы» опубликованы результаты Всесоюзного конкурса конструкторов инструментальщиков при Министерстве станкостроения СССР. На конкурс было представлено 55 работ, из них 13 удостоены премии. Приведено описание премированных работ.

В отделе «Из заводской практики» напечатаны следующие статьи и заметки: П. Г. Беляев «Хонинговальные головки упрощенной конструкции» (описание головок конструкции Б. Е. Сажина, изготовленных на заводе им. Сталина и испытанных в эксплуатации с положительными результатами для применения не только в ремонтно-механических мастерских авиационных частей, но и в ремонтных мастерских машинотракторных станций); В. А. Амбаров «Прибор для измерения первоначальных натяжений приводных ремней» (описание разработанного ЭНИМС ручного прибора в виде клещей); С. И. Васюшкин «Сшивка бесконечного ремня поршневых компрессоров» (описание); А. Г. Яковлев «Приспособление для навивки ленточных пружин с различными причинами шага и диаметра» (описание).

«Строительная промышленность» № 5

В статье В. И. Алатырцева «Постройка самой высокой дымовой трубы в СССР» дано описание работ по постройке трестом «Союзтеплострой» в Заполярье сданной в эксплуатацию железобетонной дымовой трубы высотой 152,4 м комбината «Печенеганикель». Работы по постройке трубы производились с применением переставной опалубки и подъемников конструкции «Союзтеплострой».

«Техника железных дорог» № 6

В статье Р. С. Николаева и Л. И. Чикиной «Поломки пальцев паровозов серии ЕА» сообщены результаты исследования шести случаев поломок пальцев кривошипов паровозов, произведенного металлографической лабораторией ЦНИИ. Поломки произошли в здоровом металле, вследствие начальных трещин, развившихся в месте перехода пальца в подступичную часть, вследствие проточки на меньший диаметр без радиуса закругления. В одном случае поломка произошла из-за неудовлетворительного качества металла.

Статья Н. Р. Мирза и Л. М. Школьник «Причины изломов буферных стержней» содержит классификацию видов поломок и причин поломок, имевших место в изученных 265 буферных стержнях. Наибольшее количество поломок (52%) произо-

шло вследствие излома хвостовика в месте переходной галтели. Для увеличения прочности стержней авторы рекомендуют изготавливать их из стали марки Ст-5 с последующей нормализацией.

Я. С. Голицын

Обзор иностранных журналов¹

КОНСТРУИРОВАНИЕ

Общие вопросы конструирования

Wellauer E. J., Which cast steel?, „Machine Design“, 1946, XII, vol. 18, № 12; 1947, I, vol. 19, № 1; II, vol. 19, № 2.

Как отливать сталь? Характеристика физико-механических свойств стального литья. Практические указания для конструкторов машиностроителей по выбору лучшего стального литья для деталей машин.

Benford R. L., Gear-tooth couplings, „Machine Design“, 1946, XII, vol. 18, № 12. Зубчатые муфты сцепления для различных передач. Основные принципы конструирования муфт и условия их применения.

Alban C. F., Thermostatic bimetals, „Machine Design“, 1946, XII, vol. 18, № 12.

Биметаллические термостаты, их расчет и конструирование. Характеристика свойств биметаллов, применяемых для термостатов. Использование термостатов данного типа иллюстрируется примерами.

Billington P. H., Ball and roller bearings as applied in standard equipment, „Mechanical World“, 1947, 10/I, vol. 121, № 3132.

Шариковые и роликовые подшипники и их применение в трансмиссиях, коробках скоростей, муфтах и т. д. Применение подшипников иллюстрируется чертежами.

Donahue I. J., Some considerations in designing parts for powder metallurgy, „Mechanical World“, 1947, 10/I, vol. 121, № 3132.

Некоторые особенности конструирования различных деталей из порошковых металлов. Указания о механической обработке и допусках на изготовление деталей.

Dall A. H., Machine Hydraulics, „Machine Design“, 1946, XII, vol. 18, № 12.

Пятая статья по вопросу применения гидравлики в машинах и станках. Чувствительные сервомеханизмы и копирные устройства. Описание и разбор гидромеханизмов и графиков, характеризующих их работу.

Schmidt E. H., Cyclic variations in speed, „Machine Design“, 1947, III, vol. 19, № 3.

Циклическое изменение скорости. Графический и математический анализ механизма для циклического изменения скорости привода. Описание схемы механизма.

Blairrock E. E., Practical design of rubber parts, „Machine Design“, 1947, III, vol. 19, № 3.

Практика конструирования металло-резиновых деталей. Характеристика и указания о выборе материалов для этой цели.

Ross H. F., Helical spring design tables, „Machine Design“, 1947, III, vol. 19, № 3.

Спиральные пружины и их расчет. Таблицы рекомендуемых размеров проволоки в зависимости от размеров витка пружины. Характеристика металлов для пружин и допускаемых рабочих напряжений.

Lewis D. R., Mechanical seals, „Machine Design“, 1946, XII, vol. 18, № 12.

Принципы расчета сальниковых уплотнений для различных машин. Исследование расходуемой мощности на преодоление трения в уплотнениях в зависимости от размеров вала, качества трущихся поверхностей и нагрузки.

Двигатели внутреннего сгорания

New Sulzer Diesel engines for the Turkish Navy, „Shipbuilding and Marine Engine Builder“, 1947, III, vol. 51, № 457.

Новая модель двигателя Зульцер для турецкого флота. Особенности конструкции дизеля мощностью 2400 л. с. Описание деталей топливной и пусковой систем. Результаты испытаний двигателя.

A new series of Polar engines of 1500 to 3600 BHP, „Shipbuilding and Marine Engine Builder“, 1947, III, vol. 54, № 457.

Новая серия двигателей Поллар мощностью от 1500 до 3600 л. с. Описание конструкции двухтактного семичилиндрового двигателя и его техническая и эксплуатационная характеристика.

De Juhasz K. J., New pressure duration indicator for routine testing of multi-cylindered engine, „Automotive and Aviation Industries“, 1947, I/III, vol. 96, № 5.

Новый индикатор устойчивости давления для испытания многоцилиндровых двигателей. Описание конструкции индикатора и принципа его действия, основанного на равновесии давления.

Using the Buda nozzle tester, „Motorship“, N. Y., 1947, III, vol. 32, № 3.

Прибор фирмы Буда для испытания форсунок. Описание конструкции прибора и его применения для испытания форсунок к различным двигателям.

¹ По материалам Центр. науч. техн. библиотеки Министерства тяжелого машиностроения и Центр. науч. техн. библиотеки Министерства Станкостроения.

Dorey S. T., Limits of torsional vibration stress in marine oil engine shafting, „Ship building and Shipping Record“, 1947, 10/IV, vol. 69, № 13.

Пределы напряжений от крутильных колебаний валов судового двигателя. Определение предельных напряжений на основе практических исследований крутильных колебаний в условиях непрерывной работы и периодических нагрузок.

Bass L., Grid bearing for high unit loading, „Diesel Power and Diesel Transportation“, 1947, I, vol. 25, № 1.

Вкладыши подшипников с решетчатой базой под заливку для тяжелых двигателей. Описание конструкции подшипника и особенности его изготовления. Результаты эксплуатации на мощных дизелях в течение 500 час.

A wide range of British built Diesel engines, „Diesel Railway Traction“, 1947, IV, № 179.

Области применения английских дизелей. Описание новой серии тепловозных двигателей Дэви Паксман типа R PH. Техническая характеристика двигателя и его эксплуатационных преимуществ.

Schweitzer P. H., Must Diesel — engine smoke? „Diesel Power and Diesel Transportation“, 1947, III, vol. 25, № 3.

Исследование причин плохого сгорания топлива в дизелях. Влияние нагрузки, степени сжатия и качества топлива на состав выхлопных газов.

Paterson E. V., Lubrication of Diesel engine, „Mechanical World“, 1947, 10/I, vol. 121, № 3132.

Современные методы смазки и смазочное оборудование дизелей. Конструкция смазочных устройств для смазки ответственных узлов и всего двигателя.

ТЕХНОЛОГИЯ

Литейное производство

Gaint injection molding machine, „Machinery“, N. Y., 1947, IV, vol. 53, № 8.

Машина большой мощности для литья под давлением. Краткое описание и техническая характеристика машины фирмы Лестер-Феникс.

La Planche H., Slagging gas producer for melting foundry iron, „Metal Progress“, 1947, III, vol. 51, № 3.

Применение газового дутья в литейных. Описание установки для производства газа и режима ее работы. Характеристика физико-механических свойств литого металла, полученного при использовании газовой установки.

Loria E. A., Kleeman F. S., Thompson A. P., The silicon carbide addition in gray iron automotive castings, „Metal Progress“, 1947, IV, vol. 51, № 4.

Выбор и определение добавок карбидов кремния в чугун для автомобильных отливок. Результаты исследования добавок кремния в чугун на его технологические и конструктивные свойства.

Halleff M. M., German production of spun pipe, „Foundry Trade Journal“, 1947, 16/II, vol. 81, № 1590.

Центробежная отливка труб в Германии. Описание методов центробежного литья и литейного оборудования на германских заводах.

Ковка и штамповка

Karash J. J., Variable — speed press jumps output, „American Machinist“, 1947, 13/III, vol. 91, № 6.

Применение регулируемого привода к прессам для холодной штамповки повышает их производительность. Описание схемы привода и некоторых типов прессов с этим приводом. Повышение производительности, безопасности работы и достигаемая экономия.

Mills W. C., Thin-stock dies for secondary operations, „Machinist“, London, 1947, 15/III, vol. 90, № 47; „American Machinist“, 1947, 13/III, vol. 91, № 6.

Приемы обработки-закатки краев на деталях из тонколистового металла. Конструкция применяемых для этого штампов, накатных роликов и других приспособлений.

Bath C. J., Forming sheet metal cabinets, „Machinery“, N. Y., 1947, IV, vol. 53, № 8.

Процесс холодной штамповки листов для сборки кабин, ограждений и деталей внешнего оформления станков и машин. Описание применяемого оборудования и примеров использования штампованных деталей.

Carbide parts with drilled and tapped holes, „Machinery“, N. Y., 1947, IV, vol. 53, № 8.

Детали из твердых сплавов со сверленными и нарезанными отверстиями для винтов. Описание метода обработки и его применения для изготовления штампов.

Cleveland double-action toggle press, „Machinery“, N. Y., 1947, IV, vol. 53, № 8.

Описание прессы высокой производительности фирмы Клевеланд. Краткая техническая характеристика прессы.

Сварка

Ashburn A., How to work magnesium alloys, „Machinist“, London, 1947, 22/III, vol. 90, № 48.

Газовая и электродуговая сварка магниевых сплавов. Выбор электродов и определение режима при различных методах сварки.

Harkins F. G., Resistance-welding aids in the production of jet engines, „Welding Journal“, 1946, XII, vol. 25, № 12.

Применение сварки сопротивлением в производстве реактивных двигателей. Описание сварочного оборудования и процесса сварки деталей из нержавеющей стали.

Linsley H. E., Welding, „The Iron Age“, 1947, 2/I, vol. 159, № 1.

Обзор развития процессов сварки и резки металлов за 1946 г. Применение автоматизации в контактной сварке. Изготовление сложных деталей с применением электронного управления процессом.

Rilley J. J., Resistance welding of stainless steel, „Machinist“, London, 1947, 29/III, vol. 90, № 49.

Сварка сопротивлением нержавеющей стали. Характеристика сварочных свойств нержавеющей стали различных марок. Определение оптимального режима при различных видах сварки.

Lee R. K., Chemical composition of austenitic Welding electrodes, „Metal Progress“, 1947, III, vol. 51, № 3.

Химический состав аустенитных сварочных электродов. Рекомендуемые составы высоколегированных электродов, способствующие уменьшению трещинообразования в сварочном шве.

Термообработка

Floss C. T., The nitriding of steel, „Metal Progress“, 1946, XII, vol. 50, № 6.

Азотирование стали и преимущества применения. Результаты исследования структуры азотированного слоя. Физико-механические свойства стали, пригодной для азотирования.

Martin D. L., Gehr R. A., Induction hardening of steel, „Steel“, 1947, 13/I, vol. 120, № 2; 20/I, № 3; 27/I, № 4; 10/II, № 6.

Индукционная закалка стали и условия ее успешного применения в производстве. Выбор оборудования для индукционного нагрева.

Olson G. B., Sub-zero temperatures in treating and assembling metal parts, „Machinery“, N. Y., 1947, IV, vol. 53, № 8.

Температуры ниже 0° и их применение в термообработке, сборке и обработке резанием. Описание условий применения низких температур, существующего оборудования и достигаемой эффективности.

Williamson J. W., „Heat Gun“ makes possible new application of induction heating, „Machinery“ N. Y., 1947, IV, vol. 53 № 8.

Новое приспособление „тепловая пушка“, основанное на использовании токов высокой частоты для выполнения различных операций, требующих местного подогрева. Технология применения и преимущества эксплуатации иллюстрируются несколькими примерами.

Обработка резанием

Hemingway E. L., Superfinishing methods and applications, „Machinery“, N. Y., 1947, III, vol. 53, № 7.

Суперфиниш и его широкое применение в машиностроении. Сущность процесса суперфиниширования и режимы обработки цилиндрических поверхностей для получения требуемой чистоты.

Chamberland H. J., Time saving techniques with friction sawing, „Production Engineering and Management“, 1947, 1, vol. 19, № 1.

Экономия времени при разрезке металлов фрикционными пилами. Скорости резания в зависимости от толщины разрезаемого металла.

Diesel engine production. Continuous methods at the works of the Turner Manufacturing Co., „Machinery“, London, 1947, 24/IV, vol. 70, № 1800; 8/V, № 1802.

Оборудование и технология механической обработки основных деталей дизеля, применяемые на заводе Тарнер (Англия).

Cylinder-liner production, Application of unusual engineering ideas at the plant of the Ford Motor Co., „Machinery“, London, 1947, 23/I, vol. 70, № 1789; 6/II, № 1791.

Полностью автоматизированное производство гильз цилиндров на заводе Форд. Поточная линия, включающая все виды обработки с выпуском 5000 гильз за 8-часовую смену.

Sharp G. W., A better method for sharpening carbide face mills, „American Machinist“, 1947, 13/III, vol. 91, № 6.

Лучший метод заточки и доводки твердосплавных ножей для торцевых фрез. Технологический процесс заточки и сборки фрез с указанием геометрии инструмента. Описание заточного оборудования, режимов его работы и сборочного приспособления.

Gotberg H. H., Good fixtures make braching suitable for many jobs, „American Machinist“, 1947, 27/III, vol. 91, № 7.

Хорошие приспособления дают возможность применения протугивания для многих работ. Описание приспособлений для сборки различных деталей.

Bolz R. W., Production milling general considerations, „Machine Design“, 1947, III, vol. 19, № 3.

Фрезерование и условия его эффективного применения. Двадцать первая статья из серии „Производственные процессы и их влияние на конструирование“. Описание и техническая характеристика современных фрезерных станков и общие указания по конструированию фрез.

Stevens D. W. and Schmidt A. O., How to select carbide milling cutters, „Machinist“, London, 1947, 15/III, vol. 90, № 47.

Анализ условий рационального применения твердосплавных фрез. Режимы скоростного фрезерования и геометрия фрез по последним данным.

Wick C. H., Ingenious equipment used in making split bushings at Ford, „Hydro-plant“, „Machinery“, N. Y., 1947, IV, vol. 53, № 8.

Технология массового производства втулок различного назначения на заводах Форда. Описание оборудования, режимов и производительности по операциям. Точность выполнения работ и контроль качества продукции.

Rotary power filing technique, „Machinery“, N. Y., 1947, IV, vol. 53, № 8.

Техника обработки металлов вращающимися напильниками-бурами. Типы буров и их выбор в зависимости от качества обрабатываемого материала. Рекомендуемые скорости резания.

Hemingway E. L., Superfinishing methods and application, „Machinery“, N. Y., 1947, IV, vol. 53, № 8.

Суперфиниш — процесс и его применение в производстве. Характерные случаи применения для обработки опорных поверхностей деталей, отделки режущих инструментов и контрольных операций (обнаружения дефектов). Данные о режимах, качестве обработки и производительности процесса.

МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ

Annual engineering review, „Material and Methods“, 1947, I, vol. 25, № 1.

Обзор технических достижений в производстве машиностроительных материалов и их обработке за 1946 г.

Progress in metallurgy research activity at high level, „Canadian Machinery and Manufacturing news“, 1946, XII, vol. 57, № 12.

Менехи и научные исследования в металлургии. Новые сплавы для газовых турбин, антикоррозийные сплавы и достижения в перешкоковой металлургии.

Wilson T. I., Alloy S-816. The jet and turbine steel, „Steel Processing“, 1946, XI, v. 1, 32, № 11.

Сплав-816 — сталь для реактивных двигателей и турбин. Химический состав и физико-механические свойства стали.

Металлорежущие станки и приспособления

Victory F., Diamond or crash-dressed wheels for contour grinding?, „Machinery“, N. Y., 1947, IV, vol. 53, № 8.

Алмазная или механическая правка кругов для профильного шлифования. Описание приспособлений для правки кругов и сравнение результатов при различных методах правки.

Sundstrand model 16 automatic lathe provided With 75 HP spindle drive, „American Machinist“, 1947, 27/III, vol. 91, № 7.

Описание и техническая характеристика токарного станка новой модели фирмы Сундстренд с приводом мощностью 75 л. с.

Red Ring GCS gear-shaving machine, „American Machinist“, 1947, 27/III, vol. 91, № 7.

Шестипозиционный станок для шевингования шестерен. Описание устройства и характеристика станка.

Double vertical spindle grinder, „Machine Design“, 1947, III, vol. 19, № 3.

Шлифовальный станок с двумя противонаправленными вертикальными шпинделями и вращающимся столом. Описание с приложением чертежей и техническая характеристика станка.

Davis and Thompson two-way boring machine, „Machinery“, N. Y., 1947, IV, vol. 53, № 8.

Двухсторонний расточной станок с поворотным приспособлением для расточки воздушных цилиндров локомотивов. Описание и техническая характеристика станка.

Brooks K. F., Air fixtures speed hollow milling, „American Machinist“, 1947, 13/III, vol. 91, № 6.

Пневматические приспособления для выполнения сверлильных работ. Повышение точности и производительности при выполнении специальных операций.

КОНТРОЛЬ ПРОИЗВОДСТВА

Spotts M., Recommended practice for dimensioning and tolerancing, „Product Engineering“, 1947, II, vol. 18, № 2.

Практика указания размеров и допусков на чертежах. Примеры для конусов, цилиндрических деталей и отверстий. Методы определения концентричности цилиндров.

34 th Annual review metalworking equipment, parts and materials, „American Machinist“, 1947, 16/I, vol. 91, № 2.

Новые конструкции лабораторных и цеховых контрольно-измерительных приборов. Краткое описание и характеристика новых приборов, разработанных в 1946 г.

Pratt J. A., X-raying turbine parts, „Steel“, 1946, 23 XII, vol. 119, № 26.

Испытание турбинных деталей с помощью рентгеновских лучей. Описание методики испытания, применяемой в лаборатории фирмы Вестингауз.

Campbell D., Precision angle checking with out special equipment, „Machinist“, London, 1947, 8/III, vol. 90, № 46.

Точная проверка углов без применения специальных приборов. Практические указания о приемах проверки.

Sawin N. N., Interchangeability of large machine parts, „American Machinist“, 1947, 2/I, vol. 91, № 1.

Взаимозаменяемость крупных деталей машин. Проект стандартизации системы допусков на детали диаметром 500—3000 мм. Описание измерительных инструментов конструкции автора для крупных деталей и методов определения отклонений от заданных форм и габаритов.

Broadston J. A., Control and measurement of surface finishes, „Steel“, 1947, 16/II vol. 120, № 2.

Контроль и измерение степени отделки поверхностей. Определение влияния качества обработки поверхности на срок службы деталей.

Armstrong D. T., Quality control aids supervisors, „American Machinist“, 1947, 27/III, vol. 91, № 7.

Статистический контроль качества продукции. Математические методы обработки статистических наблюдений и составление карт распределения отклонений.

Составил А. М. Каратыгин

СОДЕРЖАНИЕ

(Окончание)

КОНТРОЛЬ ПРОИЗВОДСТВА

<i>Берг П. П.</i> , д-р техн. наук, проф., <i>Лясс А. М.</i> , канд. техн. наук и <i>Виленская И. А.</i> , асп. — Люминесцентный анализ формовочных материалов	59
<i>Саверин М. М.</i> , канд. техн. наук и <i>Яцкевич С. И.</i> , канд. техн. наук — Машина для испытания металлов на усталость	65
<i>Дмитков Д. Г.</i> , канд. техн. наук — Пробегные машины для испытания стальных канатов на выносливость	67

ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Изобретения и улучшения: Универсальная подмодельная плита для формовочных машин — <i>А. П. Балансировка машин в своих подшипниках</i> — инж. <i>Н. В. Колесник</i>	69
Публикации изобретений	71

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

Рецензии	72
Новые издания Машгиза	74
Из прочитанного в советских технических журналах (1947 г.)	75
Обзор иностранных журналов	77

Публикация изобретений

(Окончание)

В. А. КОВАЛЬСКИЙ и *П. А. КОЛЫЖЕНКОВ*. «Ацетиленовый генератор высокого давления» (авт. свидет. № 68070, выд. Главным управлением по кислороду).

Для автоматической подачи корзины с карбидом кальция к воде в зависимости от отбора ацетилена и вывода ее из соприкосновения с водой предлагается в генераторе по основному авторскому свидетельству № 68069 (см. предыдущее описание) корзину подвесить непосредственно к мембране.

Б. Н. ГАБРИЧЕВСКИЙ. «Устройство для охлаждения масла в картерах зубчатых редукторов» (авт. свидет. № 68021, выд. Министерством тяжелого машиностроения).

Обычные устройства для охлаждения масла в картерах зубчатых редукторов состоят из холодильника, помещенного в картере, через полость которого пропускается под давлением вода. Предлагаемое изобретение отличается тем, что верхнюю часть холодильника выполняют в виде жолоба, в который помещают нижнюю

часть вращающегося элемента редуктора (червяк, зубчатое колесо). Благодаря этому последние используются в качестве побудителя циркуляции масла через холодильник.

Н. М. МАДАТОВ. «Сварочный автомат» (авт. свидет. № 68079, выд. Главным управлением по кислороду).

Целью изобретения является создание универсального сварочного автомата для работы различными способами (газовая сварка, электродуговая открытой дугой и под слоем флюса, а также газовая резка) и в различных положениях (нижнем, вертикальном и потолочном). Поставленная цель достигается применением шарнирного сочлененного рукава, звенья которого могут поворачиваться в различных плоскостях. На своем конце рукав несет держатель для электрода или газовой горелки и дает возможность выносить электрододержатель или горелку в стороны, вверх и вниз, и ставить его под любым требуемым углом.

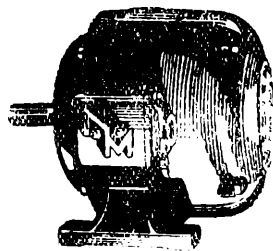
Адрес редакции: Москва 12, ул. Куйбышева 4, ком. 12, тел. К 5-96-39

Слано в проиэв. 4/VIII 1947 г.	Техн. редактор <i>С. М. Попова</i>	5 печ. л.	8,5 уч.-изд. л.	Печ. зн. в 1 п. л. 72 000
Авг. 450.	Тираж 4000 экз.	Подгт. к печ. 18/IX 1947 г.	Зак. 482.	Ф. 70X108/16. Цена 8 руб.

13-я тип. треста «Полиграфкнига» ОГИЗ при Совете Министров СССР, Москва, Денисовский, 30.

Громадная экономия в результате рационализации производства и снабжения

Новый стандартный тип электро-мотора устраняет необходимость пользования специальными типами



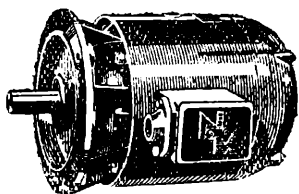
ВСЕМ известны многочисленные случаи в обыденной жизни, когда какой-нибудь предмет вчера еще считавшийся роскошью и доступный лишь немногим, сегодня стал популярным и общедоступным для всех. Множество аналогичных случаев имеется и в области техники. Бывшие, так называемые „специальные“ и „дополнительные“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

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

Результаты этого шага очень значительны. В области моторо-

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

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



„НЬЮМАН МОТОРС“

Главная контора по продажам:

32, Виктория Стрит
Лондон, С.В.1, Англия