

ВЕСТНИК МАШИНОСТРОЕНИЯ



11

МАШГИЗ

1947

С О Д Е Р Ж А Н И Е

	Стр.
<i>Шухгальтер Л. Я.</i> — Величественный и славный путь	1
<i>Артоболевский И. И.</i> , акад. — Кинематика механизмов в работах советских ученых	27
<i>Одинг И. А.</i> , чл. корр. АН СССР — Достижения советской школы в области прочности металлов	32

ТЕХНОЛОГИЯ

<i>Ревис И. А.</i> , канд. техн. наук, <i>Квотер И. С.</i> , канд. техн. наук, <i>Артемьев В. Ф.</i> , инж. и <i>Першин П. С.</i> , инж. — Трещины в отливках из быстрорежущей стали и методы их устранения	33
<i>Резников Н. И.</i> , д-р техн. наук, проф. — Вопросы скоростного фрезерования	45
<i>Грабино М. Г.</i> и <i>Филимонов В. Г.</i> , инж.-ры — Получение железных порошков для металллокерамических деталей	54
<i>Володин Е. А.</i> , канд. техн. наук — Электроискровая обработка матриц вырубных штампов	61

Из истории отечественного машиностроения

<i>Сателъ Э. А.</i> , заслуж. деят. науки и техники, проф., д-р — К истории развития московского машиностроения (Очерк к 800-летию Москвы)	66
<i>Рубцов Н. Н.</i> , лауреат Сталинской премии, д-р техн. наук, проф. — Московские литейщики XIV — XVII вв.	69

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

За высокую идейность в научно-технической литературе — инж. Ю. П. Конюшая	73
Рецензия	76
Новые издания Машгиза	77
Обзор иностранных журналов	79

Ответственный редактор **М. З. Сабуров**

Зам. отв. редактора и научный редактор **Л. Я. Шухгальтер**

ИЗДАТЕЛЬ МАШГИЗ МИНИСТЕРСТВА ТЯЖЕЛОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ СССР

ВЕСТНИК МАШИНОСТРОЕНИЯ

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

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

1947 г. ноябрь

Год издания XXVII

№ 11

К 30-ЛЕТИЮ ВЕЛИКОЙ ОКТЯБРЬСКОЙ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ

Величественный и славный
ПУТЬ

Л. Я. ШУХГАЛТЕР

I

СОВЕТСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ — ОСНОВА СОЦИАЛИСТИЧЕСКОЙ ИНДУСТРИАЛИЗАЦИИ НАШЕЙ РОДИНЫ

Величественный и славный путь пройден отечественным машиностроением ~~за тридцать лет~~, после всемирно-исторической победы Октябрьской Социалистической революции. Это были годы широчайшего размаха в заводском строительстве, годы расцвета конструкторской деятельности и всестороннего совершенствования технологии производства машин. Бурное развитие научно-исследовательских работ содействовало и содействовало техническому творчеству советских машиностроителей. В итоге непрерывных ~~тридцатилетних~~ усилий всего народа, направлявшихся и вдохновлявшихся коммунистической партией и советским правительством, наша Родина ныне располагает мощным машиностроением, ~~стоящим на уровне~~ стоящим на уровне новейших достижений мировой техники.

Значимость и величие пройденного пути лучше всего постигаются в сравнении с дореволюционным положением русской машиностроительной промышленности. По исчерпывающей характеристике, данной В. И. Лениным, «царская Россия была оснащена современными орудиями вчетверо хуже Англии, вдесятеро хуже Германии, вдесятеро хуже Америки»¹. Однако в создании и этого машинного парка — количественно совершенно недостаточного и в качественном отношении сугубо отсталого — русское машиностроение играло второстепенную роль: все сколько-нибудь технически совершенное оборудование закупалось за границей. Так, в 1913 г., накануне первой мировой войны, до 43,6%

¹ В. И. Ленин, Соч., т. XVI, стр. 543.

находившегося в эксплуатации парка машин было получено с импорта. Многие отрасли машиностроения тогда вовсе отсутствовали. Царская Россия, например, совсем не имела производства автомобилей, тракторов, тяжелого металлургического и горного оборудования, комбайнов, электровозов, экскаваторов, а также ряда других машин, аппаратов и приборов.

Импортная зависимость от западно-европейских государств дополнялась зависимостью хозяйственной, направленной на превращение России в полуколонию, в аграрный придаток к индустриально-развитым странам Запада. Известно, что иностранный капитал глубоко проник в дореволюционное русское хозяйство.

Пользуясь усиленным покровительством царской бюрократии, он протянул свои жадные руки к неисчерпаемым и разнообразным сырьевым ресурсам страны, ко всем важнейшим промышленным ценностям. Плохо организованная российская буржуазия не могла противодействовать проникновению иноземных конкурентов, и иностранный капитал владел значительной частью русской тяжелой промышленности. Металлургия зависела от иностранного капитала на 72%, нефтяная промышленность на 60%, электротехническая на 90%. В 1913 г. до двух третей (65%) всего основного капитала русского машиностроения принадлежало иностранным компаниям и фирмам. Русские заводы в подавляющем большинстве не имели отчетливо выраженной специализации. Многие из них фактически являлись филиалами иностранных фирм и выполняли сборку машин из импортных деталей, либо изготавливали запасные части к импортному оборудованию (электромашиностроение, двигателестроение и др.). Заводы производили только простейшие машины: например, из всей обширной номенклатуры станкостроения в России изготавливались преимущественно токарные, сверлильные, долбежные, строгальные и некоторые другие станки наиболее простых типов и притом с весьма ограниченными технологическими возможностями.

Машиностроение России в целом развивалось крайне медленно, несмотря на происходивший в начале текущего столетия технический прогресс и на явно обозначившееся обострение военной конъюнктуры: за двенадцатилетний период — с 1900 по 1912 г. включительно — общий выпуск русских машиностроительных заводов возрос всего на 50%.

Хозяйственная политика предпринимателей-заводчиков, финансистов и других руководителей дореволюционного машиностроения находилась в полнейшем противоречии с мастерством, смекалкой и квалификацией русских рабочих и техников. В России, где в течение более двух столетий, еще с допетровских времен, создавались превосходные кадры рабочих и мастеров — тульских и питерских оружейников, уральских и московских литейщиков, а также многих других металлообрабатывающих специальностей и профессий, — в России применялись преимущественно машины, изготовленные на иноземных заводах. Бесспорная, общеизвестная талантливость, широта инженерного образования, которые всегда отличали русскую техническую интеллигенцию от интеллигенции Запада, также не находили надлежащего использования в дореволюционной России. Инициатива многих отечественных исследователей, изобретателей и новаторов часто угасала в атмосфере безразличия к инженерному творчеству, питаемого в первую очередь зависимостью от иностранной техники. Страна, давшая миру Ломоносова, Ползунова, Черепановых, Петрова, Яблочкова, Чернова, Кулибина, Попова, Славянова, Чебышева, Жуковского и многих других великих ученых и исследователей, создавших основы современной машиностроительной науки, обладала ничтожной производственной и научно-исследовательской базой для реализации и дальнейшего развития их идей.

Слабость и отсталость русского машиностроения воочию выявились во время первой мировой войны, когда острый недостаток стрелкового вооружения, артиллерии, снарядов, транспортных средств и многого другого военно-технического снаряжения связывал направленные на разгром врага усилия русской армии. Героизм русского солдата был зачастую скован не только продажностью либо военно-тактической непригодностью многих высших командиров, но и несовершенством военной техники, поставлявшейся заводами России. Работа этих заводов в значительной степени была лимитирована и весьма низким уровнем развития черной и цветной металлургии: они не удовлетворяли и в малой мере потребность оборонно-машиностроительной промышленности в специальных сталях, в цветных металлах, в инструментальных и иных качественных материалах.

Такова, в общих чертах, характеристика дореволюционного состояния русского машиностроения. В последовавший непосредственно за Октябрем период борьбы с интервенцией и контрреволюцией, в результате охватившей всю страну хозяйственной разрухи, работа заводов весьма сократилась. Производство свернулось до небывало низкого уровня. Цехи опустели: многие рабочие с оружием в руках ушли защищать молодую Советскую Республику от внутренних и внешних врагов, стремившихся в потоках крови утопить великие завоевания Октября.

Победившая Октябрьская Социалистическая революция сразу покончила с полуколониальным положением страны, ликвидировав господство иностранных монополий и банков. Народ, руководимый партией большевиков, навсегда изгнал из пределов нашей Родины иностранных капиталистов со всей их многочисленной челядью. Отмена частной собственности на землю, на заводы и фабрики, на шахты и рудники, на транспортные, энергетические и иные предприятия и передача их в общенародную собственность, национализация банков и введение монополии внешней торговли, — все эти завоевания Октябрьской Социалистической революции явились прочной основой для обеспечения независимости и роста могущества нашей страны.

С первых же дней после победы Октябрьской Социалистической революции великие вожди советского народа В. И. Ленин и И. В. Сталин, большевистская партия принимали меры к укреплению экономической и военной мощи нашей Родины на основе социалистической индустриализации. Партия воспитывала в советском народе непоколебимую уверенность в возможности ликвидации вековой отсталости страны в самые короткие сроки с тем, чтобы не только догнать, но затем и перегнать в экономическом отношении передовые капиталистические страны. Со всей резкостью и отчетливостью партия ставила вопрос: «Хотите ли, чтобы наше социалистическое отечество было побито и чтобы оно утратило свою независимость? Но если этого не хотите, вы должны в кратчайший срок ликвидировать его отсталость и развить настоящие большевистские темпы в деле строительства его социалистического хозяйства. Других путей нет». Вот почему Ленин говорил во время Октября: «Либо смерть, либо догнать и перегнать передовые капиталистические страны»².

В 1920 г., выступая на VIII Всероссийском съезде Советов, В. И. Ленин сказал: «Только тогда, когда страна будет электрифицирована, когда под промышленность, сельское хозяйство и транспорт будет подведена техническая база современной крупной промышленности, только тогда мы победим окончательно».

² И. Сталин, Вопросы ленинизма, стр. 328, 11 изд.

Продолжая дело Ленина, обобщив огромный творческий опыт масс, товарищ Сталин научно обосновал задачи социалистической индустриализации и указал методы их решения. Созданная товарищем Сталиным теория социалистической индустриализации освещает вопросы о темпах индустриализации и источниках средств, необходимых для ее осуществления, об особенностях советского метода индустриализации и его отличии от капиталистического метода, о путях создания и внедрения новой техники, о воспитании и выращивании кадров, овладевших новой техникой, о роли и задачах передовой науки. Теория социалистической индустриализации, эта блестящая глава, вписанная товарищем Сталиным в политическую экономию социалистического общества, ярко осветила советскому народу путь к преобразованию СССР в могучую индустриальную державу.

В решении по докладу товарища Сталина XIV съезд партии (декабрь 1926 г.) положил начало политике социалистической индустриализации и развитию машиностроения как части этой политики: «Вести экономическое строительство под таким углом, чтобы СССР из страны, ввозящей машины и оборудование, превратить в страну, производящую машины и оборудование...». Как известно, в этом первоочередном развитии тяжелой промышленности и ее сердцевины — машиностроения заключается главнейшая особенность советского метода индустриализации, направленной на скорейшее построение материальной основы социалистического общества, на укрепление обороноспособности и обеспечение экономической независимости нашей страны.

Решающие успехи политики социалистической индустриализации вскоре определились: уже в течение 1927 г., первого года, последовавшего за окончанием восстановительного периода, крупная промышленность, включая машиностроение, выросла на 18%. Однако основные победы социалистическая индустриализация одержала в годы Сталинских пятилеток, являющихся до наших дней грандиозными планами всестороннего технического прогресса, планами вооружения всего народного хозяйства Советского Союза современной техникой.

К итогам первой и второй пятилеток (1929—1937 гг.) относится коренная реконструкция многих отраслей народного хозяйства. По общему объему промышленного производства в 1938 г. (общий объем продукции в 1938 г. был в 6,5 раз больше продукции 1913 г.) Советский Союз вышел с пятого места в мире и четвертого в Европе на второе место в мире и первое в Европе, обогнав при этом Францию, Англию и Германию. Однако не все отрасли тяжелой промышленности развивались одинаково. Наибольшее развитие в этот период получило машиностроение: его продукция увеличилась в 30,6 раза (выработка электроэнергии возросла в 20,4 раза, производство химических продуктов в 14,9 раза, производство стали в 4,3 раза, угля в 4,6 раза). Если в 1913 г. машиностроительная продукция составляла всего 5,7% всей промышленной продукции, то к концу второй пятилетки доля машиностроения выросла до 25%. Ежегодно имел место значительный прирост продукции машиностроения, в среднем — на 32,6%, т. е. почти на одну треть. В итоге по удельному весу машиностроения Советский Союз сейчас находится впереди всех стран мира, включая и США.

Третий пятилетний план, одобренный XVIII съездом ВКП(б), был посвящен решению основной экономической задачи — увеличению промышленной продукции на душу населения на базе дальнейшего развития тяжелой индустрии и в том числе машиностроения. За первые три года третьей пятилетки (1938—1940 гг.) продукция машиностроения возросла на 75%. В предвоенном 1940 г. продукция машиностроения и металлообработки в 50 раз превысила объем производства 1913 г.

Увеличение объема машиностроительной продукции сопровождалось коренным изменением отраслевой структуры машиностроения. В годы Сталинских пятилеток вновь созданы ранее отсутствовавшие отрасли и производства — автомобилестроение, тракторостроение, сельскохозяйственное, энергетическое, металлургическое и химическое машиностроение, станкостроение, организовано производство горного, нефтяного, подъемно-транспортного и многого иного оборудования. Широко развернувшееся строительство обогатило Советский Союз большим количеством новых машиностроительных заводов, оборудованных самой передовой техникой. Многие такие предприятия — Уральский и Ново-Краматорский заводы тяжелого машиностроения, Уральский вагоностроительный завод им. Сталина, Горьковский автомобильный завод им. Молотова, Московский автомобильный завод им. Сталина, Сталинградский тракторный завод им. Дзержинского, Московский станкостроительный завод им. Орджоникидзе, шарикоподшипниковый завод им. Кагановича и др. — по своему первоклассному оснащению, по состоянию станочного парка и мощности заготовительных цехов, по высокой квалификации, мастерству и опыту своих кадров — являются законной гордостью нашей страны. Одновременно большое количество старых заводов подверглось коренной реконструкции, полностью обновившей и значительно расширившей их основные фонды.

К важнейшим итогам Сталинских пятилеток необходимо отнести и происходившие в этот период коренные сдвиги в области географического размещения машиностроительной промышленности. Наряду с укреплением старых районов, в СССР созданы многие новые мощные машиностроительные центры (в дореволюционной России четыре района — Центр, Петроград, Украина и Польско-Прибалтийский — давали до 93% всей машиностроительной продукции). Дальнейшее усиление этого процесса имело место во время Отечественной войны, когда многие предприятия были перебазированы в восточные районы страны и когда в этих районах развернулось строительство новых машиностроительных заводов и цехов.

Урал и Сибирь, где в дореволюционный период почти не было производства машин, ныне располагают рядом крупнейших машиностроительных центров (Свердловск, Н. Тагил, Челябинск, Миасс, Орск, Новосибирск, Красноярск и др.). Здесь представлены многие виды производств, входящие в общие индустриальные комплексы Урала и Сибири, как важнейших экономических районов нашей страны, и базирующиеся на местных сырьевых и топливных ресурсах. Особенно широко здесь развито металлургическое и нефтяное машиностроение, производство паровых турбин, автомобилей, тракторов, комбайнов и других сельскохозяйственных машин, тяжелое станкостроение, производство химической аппаратуры, инструментов и т. д.

Создание машиностроения в средне-азиатских республиках, полностью отвечая ленинско-сталинской национальной политике, служит целям индустриализации этих районов с их богатейшими природными ресурсами. Здесь развернуто тяжелое, текстильное и сельскохозяйственное машиностроение, организовано производство подъемно-транспортных и ряда других машин.

Многие старые машиностроительные районы (Москва, Ленинград, Горький и др.) в годы Сталинских пятилеток коренным образом преобразились. Москва — столица нашей Родины, недавно отмечавшая 800-летие своего славного существования, ныне является крупнейшим центром многих высококвалифицированных производств, основанных на высокой технической культуре. Здесь широко представлены автомобилестроение, станкостроение, производство мерительных и режущих

инструментов, шарикоподшипников, электромашиностроение, редукторостроение и т. д.

На ленинградских заводах, восстановленных после разрушений, вызванных длительной и жестокой блокадой города Ленина, вновь развиваются многие машиностроительные производства — электромашиностроение, станкостроение, турбостроение, текстильное, полиграфическое, подъемно-транспортное машиностроение, производство режущих и мерительных инструментов, оптических и многих иных изделий.

Наряду с ростом мощностей и на базе этих мощностей в годы Сталинских пятилеток непрерывно совершенствовалась техника машиностроения. Партия и правительство всегда воспитывали машиностроителей в духе технического прогресса и новаторства. На XVIII съезде ВКП(б) тов. В. М. Молотов следующим образом формулировал задачи технической политики Советского машиностроения: «Нам нужно не всякое машиностроение, нам нужно развитие передового машиностроения, стоящего в полной мере на уровне главных достижений мировой техники... Мы не должны допускать отставания нашей машиностроительной промышленности от уровня современной техники, от современных технических достижений, к чему неизбежно ведет самоуспокоенность и зазнайство в этом деле».

Процесс технического развития отечественного машиностроения проявлялся многообразно и всесторонне. Не останавливаясь на деталях (о них идет речь в других местах нашего обзора), следует отметить прежде всего происходившее из года в год увеличение выпуска машин наиболее современных и передовых конструкций (напомним, что перед самой войной среди машиностроителей развернулось движение за скоростное освоение новых объектов, как одна из форм борьбы за убыстрение темпов технического прогресса). Непрерывное совершенствование действующих технологических процессов, сопровождалось внедрением принципиально новых высокопроизводительных методов, основанных на широком применении электричества, механизации и автоматизации: поверхностная закалка деталей токами высокой частоты, автоматическая сварка, кокильное литье, литье под давлением, штамповка, механизация формовочных работ, различные отделочные процессы механической обработки, включая шевингование, хонингование, суперфиниш и др.). Интенсивно — в соответствии с требованиями новой технологии — развивалось инструментально-штамповое хозяйство заводов. Крупнейшее значение имело успешное развитие советского станкостроения и советской инструментальной промышленности, организация производства кузнечно-прессовых и литейных машин, сварочного и иного заводского оборудования. Из года в год, по мере развития отечественной металлургии, расширялось использование новых машиностроительных материалов, отвечающих изменившимся и усложнившимся производственным и эксплуатационным требованиям, включая качественные стали, специальный прокат, высокосортные чугуны, многие марки цветных металлов и сплавов.

Гигантские успехи советского машиностроения достигнуты в условиях исключительной по масштабу и разносторонней по направлениям творческой активности рабочих и мастеров, техников и инженеров, производственников и научных работников. Стахановское движение, которое, начиная с сентября 1935 года, «разнеслось по всему лицу нашего Союза не постепенно, а с какой то невиданной быстротой, как ураган» (И. Сталин), демонстрировало перед всем миром образцы трудового героизма и технического новаторства. Оно воочию показало, что трудящийся человек, освобожденный от пут капиталистического рабства, работающий на себя, на свой класс и советское общество, в состоянии

трудиться несравненно более производительно, чем при капитализме. Смелая стахановская инициатива машиностроителей была направлена на повышение производительности труда, на экономию металла, топлива, энергии и других материальных ресурсов, на улучшение всех, вообще, показателей производственной работы.

✓ Таким образом накануне Великой Отечественной войны наша Родина обладала не только весьма мощным, но и в техническом отношении вполне современным машиностроительным аппаратом. ✓ В ходе предшествующего развития советские машиностроители — рабочие, инженеры, научные работники, техники — были подготовлены к решению самых квалифицированных производственно-технических задач, которые вытекали из нужд хозяйственного строительства либо укрепления обороны страны.

— Война советского народа с германским фашизмом и японским империализмом явилась серьезной проверкой и сложившейся в годы пятилеток материально-технической базы машиностроения и технической зрелости советских машиностроителей. ✓ Проверка эта происходила в созданных войной весьма усложненных условиях нарушения многих хозяйственных связей и эвакуации ряда заводов, расположенных в подвергшихся вражескому нашествию районах. ✓ Перебазированные в восточные районы страны, эти заводы вскоре начинали работать на новых местах, зачастую — в совершенно непригодных помещениях (клубах, школах, гаражах и т. п.) либо вовсе на открытых площадках³. Сколько трудового героизма, энергии и гибкости было при этом проявлено коллективами эвакуированных предприятий, для того чтобы в суровых климатических условиях зимы 1941—1942 гг. разместить цехи и службы, подготовить жилища, наладить на новых местах все транспортные, энергетические и прочие внешние связи заводов!

— Машиностроительные заводы в дни Отечественной войны провели весьма напряженную и плодотворную работу по развертыванию производства предметов вооружения. ✓ Для решения этой важнейшей задачи во многих случаях была осуществлена коренная перестройка привычных методов и организационных форм; предприятия единичного или мелкосерийного производства, например, быстро осваивали передовую технологию, свойственную в прошлом только заводам массового типа. Новые технологические процессы получили дорогу в цехи вместе с новыми для этих цехов видами изделий. Чрезвычайно расширилось применение поточных методов. Развились и окрепли вспомогательные службы заводов — инструментальная, контрольно-измерительная, ремонтная, транспортная. На основе всей этой многогранной творческой деятельности в короткие сроки был освоен массовый выпуск нужной для фронта продукции, в том числе — стрелкового и артиллерийского вооружения, патронов и боеприпасов, самолетов и танков, инженерного и иного специального оснащения. ✓ Велики заслуги советских машиностроителей в бесперебойном снабжении героической Советской Армии.

³ Среди многих памятен пример эвакуации, проведенной Брянским паровозостроительным заводом. В августе 1941 г., когда для города Брянска ясно обозначилась угроза вражеской оккупации, оборудование этого завода, многие транспортные детали заводских сооружений, инструмент, различный инвентарь, технический архив, наличные материалы и готовый задел, — все это имущество, вместе с основными рабочими и служащими завода и их семьями было эвакуировано в 10 000 ж.-д. вагонов в г. Красноярск. Здесь, на расстоянии в 5000 км от родных мест имущество завода было разгружено на открытой площадке. Развернулось строительство — сперва временных, а затем и постоянных капитальных и вполне современных заводских зданий, вспомогательных и обслуживающих помещений, а также жилищ. Параллельно началась и расширялась производственная деятельность. С первых дней работы на новых местах завод выполнял свои обязательства по снабжению фронта некоторыми предметами вооружения, а вскоре приступил к развертыванию машиностроительных производств.

в успешной и быстрой ликвидации количественного превосходства вражеских полчищ в области военной техники!

Размах и качество этой гигантской работы особо рельефно видны в свете одной исторической аналогии. Вспомним первую мировую войну и тот позор преступной бездеятельности, продажности либо прямого предательства, с которым навсегда ушли в историю многие организаторы военно-промышленной деятельности и некоторые выполнявшие военные заказы русской армии заводчики и предприниматели. Трагедия острого недостатка снаряжения, особенно — винтовок, пулеметов, патронов, артиллерийских орудий и снарядов — красной нитью проходит через всю историю войны 1914—1918 гг. Советская плановая система хозяйства, мудрость и дальновидность партийного и государственного руководства, сказавшаяся прежде всего в своевременном создании мощной оборонно-машиностроительной индустрии, а также в рациональном размещении последней, мастерство и высокий патриотизм советских рабочих и специалистов — обеспечили Советскую Армию всем необходимым ей высококачественным и вполне современным вооружением.

Следующие данные приведенные т. Н. А. Вознесенским в его докладе о пятилетнем плане восстановления и развития народного хозяйства СССР на 1946—1950 гг., посвящены сопоставлению среднегодового выпуска предметов военного оснащения в СССР за последние три года Отечественной войны с аналогичными данными, относящимися к снабжению русской армии в период первой мировой войны.

Наименование военной продукции	Единица измерения	Россия (период первой мировой войны)	СССР (период Великой Отечественной войны)
Танки и самоходные артиллерийские орудия	тыс. шт.	—	30
Самолеты	" "	—	40
Артиллерийские орудия	" "	3,9	120
Пулеметы	" "	8,9	450
Винтовки и автоматы	млн. шт.	1,05	5
Минометы	тыс. шт.	6,2	100
Снаряды, бомбы, мины	млн. шт.	16,3	240*
Патроны	млрд. шт.	0,9	7,4*

* Производство за 1944 г.

Однако снабжение фронта боевой техникой отнюдь не было единственной задачей, стоявшей перед советским машиностроением в период Отечественной войны. Машиностроители принимали непосредственное участие и в том происходившем тогда расширении производственного аппарата, которое выражалось в создании новых металлургических мощностей в восточных районах страны, в строительстве угольных шахт, в сооружении электростанций и многих других предприятий тяжелой, а также легкой и пищевой промышленности.

Еще больше расширились задачи машиностроения, когда для восстановления предприятий, расположенных в районах, освобождавшихся доблестной Советской Армией от вражеской оккупации, понадобилось самое различное оборудование в виде цеховых комплектов, отдельных агрегатов, а также многих запасных частей. Так на протяжении всей Отечественной войны машиностроительные заводы не только изготавливали военную продукцию, шедшую на фронт непрерывным потоком, но

продолжали выпускать и металлургические машины, автомобили, шахтные подъемники, краны и конвейеры, металлорежущие станки, экскаваторы, паровые котлы, турбины, двигатели Дизеля и другое остро необходимое народному хозяйству оборудование.

Заводские мощности машиностроения в годы Отечественной войны получили дальнейшее серьезное расширение. Несмотря на трудные условия военного времени, были построены многие предприятия и цехи, были восстановлены на новых местах эвакуированные на Восток заводы. Именно во время войны сооружены и введены в эксплуатацию Уральский автомобильный завод им. Сталина, Алтайский тракторный, Красноярские заводы тяжелого машиностроения и комбайностроения, Уральский турбинный завод, Новосибирский завод тяжелых станков и гидропрессов, Ташкентский завод текстильного машиностроения и многие другие.

✓ Новые грандиозные перспективы, открывшиеся перед советским машиностроением вслед за наступлением великой Победы, целиком определяются послевоенным пятилетним планом на 1946—1950 гг. Все отрасли народного хозяйства предъявляют свои требования машиностроению; именно от него зависит решение таких крупнейших народно-хозяйственных задач новой пятилетки, как механизация трудоемких процессов, дальнейшее вооружение транспорта новой техникой, оснащение социалистического сельского хозяйства современным машинным инвентарем, переоборудование и расширение ряда отраслей тяжелой и легкой индустрии. В течение первых двух лет послевоенной пятилетки машиностроители успешно выполняли свои обязательства и к 30-летию Великой Октябрьской революции они приходят с новыми крупными достижениями в деле укрепления экономического и оборонного могущества нашей Родины.

II

МАШИНОСТРОЕНИЕ—КЛЮЧ К ТЕХНИЧЕСКОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР

Машиностроение сыграло выдающуюся роль в техническом перевооружении нашего народного хозяйства. На основе применения новой машинной техники в годы Сталинских пятилеток коренным образом реконструированы и значительно расширены все отрасли тяжелой, легкой и пищевой промышленности, транспорта и связи, сельского хозяйства, строительной индустрии, городского коммунального хозяйства. Механизация производственных процессов в этих отраслях в сочетании с электрификацией создала новую материальную основу, отвечающую требованиям и условиям социалистического общества.

Примеры крупнейших достижений отечественного машиностроения могут быть заимствованы из практики реконструкции любой отрасли народного хозяйства. В настоящем обзоре ограничимся рассмотрением роли машиностроения в развитии техники и создании мощностей черной металлургии, горно-рудной промышленности, энергетического хозяйства, железнодорожного и автомобильного транспорта и сельского хозяйства.

Металлургическое машиностроение. При оценке достижений и роли металлургического машиностроения в индустриализации нашей страны следует прежде всего учитывать те глубочайшие технические сдвиги, которые в годы Сталинских пятилеток полностью преобразили отечественную черную металлургию. Советское хозяйство унаследовало слабую металлургическую промышленность с годовым выпуском всего около 4 млн. т чугуна и 4 млн. т стали. По техническому уровню заводы юга России значительно отставали от современной им иностранной

металлургии, а уральские заводы в подавляющем большинстве являлись чрезвычайно устарелыми и сохраняли многие черты примитивной техники прошлого столетия.

Наряду с последовательной реконструкцией старых заводов, основанной на всесторонней интенсификации производственных процессов, а также на механизации вспомогательных работ, в годы пятилеток были созданы новые металлургические заводы и цехи — Кузнецкий завод им. Сталина, Магнитогорский завод им. Сталина, Новотагильский, Азовсталь, Макеевский им. Кирова, Запорожсталь и др. К числу характерных особенностей всех этих предприятий необходимо отнести крупнейший масштаб производства, обусловленный применением наиболее мощных, полностью механизированных металлургических агрегатов, а также комплексную механизацию всех основных и вспомогательных процессов. Отсюда — высокая механовооруженность созданных в СССР металлургических производств, характеризующаяся следующим примерным соотношением: для увеличения производства на каждый млн. т чугуна с дальнейшим переделом его на сталь и прокат понадобилось ввести в эксплуатацию более 40 000 т доменного, сталеплавильного, коксо-химического, подъемно-транспортного и прокатного оборудования.

Примером сложности технических задач, возникших в этот период перед нашими машиностроителями и успешно ими решенных, может служить механическое оснащение доменного производства. Новейшие советские доменные цехи являются наиболее передовыми; начиная со второго пятилетия, Советский Союз занял первое место в мире по удельному весу мощных доменных печей с полезным объемом от 820 до 1300 м³. Для питания доменных печей машиностроители поставляли весьма сложное подъемно-транспортное оборудование, входящее в комплекс рудных дворов — мостовые грейферные перегружатели, трансферкары, вагон-весы, скиповые подъемники. Новейшие засыпные аппараты обеспечивают равномерное распределение шихтовых материалов. Доменные печи снабжаются контрольно-измерительными и автоматическими устройствами; для подъема отделительных и атмосферных клапанов применен электропривод. Управление отсечными лопатами на канавах для чугуна и шлака механизуется с применением пневматических цилиндров. Механизация разлива чугуна основана на внедрении разливочных машин со всем относящимся к ним комплектующим крановым и лебедочным оборудованием.

Новая техника полностью преобразила работу доменных цехов. Вместо большого количества каталей и чугульников, этих основных по численности профессий старого доменного производства, сейчас печи обслуживаются несколькими машинистами, управляющими механизмами по загрузке печи и уборке чугуна. Резко облегчился труд горновых на основе применения бурильной машины для пробивки и пушки для забивки летки. В целом, производительность труда в новых советских доменных цехах значительно выше, чем на лучших заводах дореволюционной России. Например, в 1913 г. обслуживающий персонал 58 доменных печей южных заводов России с суммарной производительностью 3,1 млн. т чугуна состоял из 10 600 рабочих. В 1945 г. два новых металлургических комбината — Магнитогорский и Кузнецкий, располагающие 10 механизированными доменными печами, выплавляли 4 млн. т чугуна при обслуживающем штате в 1300 рабочих. Если принять во внимание разницу в продолжительности рабочего дня (в 1913 г. в металлургической промышленности был 12-часовой рабочий день), то можно установить, что производительность труда в наших передовых доменных цехах возросла по сравнению с 1913 г. не менее чем в 10 раз (причем за счет механизации — в 6—7 раз).

Соответственно изменились и все производственные показатели. Если, например, на лучших южных заводах в 1913 г. коэффициент использования объема доменных печей составлял 1,62—2,16 м³ полезного объема на 1 т чугуна, то сейчас он снижен до 0,80—0,85 м³.

Развитие отечественной металлургической промышленности имело своей предпосылкой создание мощного металлургического машиностроения — наиболее характерной, профилирующей отрасли тяжелого машиностроения. Если черная и цветная металлургия России получала почти все необходимое им оборудование путем импорта (а такой завод, как Никополь-Марнупольский был привезен из США целиком и только собран на своей площадке), то в послеоктябрьский период размер импорта металлургического оборудования постепенно сокращался на основе непрерывного роста отечественного металлургического машиностроения.

Начальными и наиболее важными датами в этом отношении явился пуск двух новых заводов тяжелого машиностроения: на востоке — Уральского им. Орджоникидзе и на юге — Ново-Краматорского им. Сталина. Оба эти предприятия оборудованы и оснащены новейшей техникой; по своей мощности они не имеют себе равных среди аналогичных по профилю заводов Европы. Их инженерно-технические коллективы, включающие конструкторов, технологов, металлургов, металловедов, энергетиков, экономистов, а также специалистов многих других профессий, обладают большим творческим потенциалом; их рабочие кадры быстро освоили передовую производственную технику. С пуском этих двух заводов страна получила возможность строить у себя любую сложную машину, необходимую для оборудования доменных, мартеновских, прокатных и иных металлургических цехов (кроме металлургического эти заводы выпускают также некоторое другое крупное оборудование, в том числе — энергетическое, кузнечно-прессовое, гидротехническое, крановое и т. д.).

Для иллюстрации технологических возможностей этих заводов могут частично служить весовые и габаритные характеристики выпускаемых ими изделий. Так, в 1946 г. в цехах Ново-Краматорского завода выполнены заготовки и проведена обработка в числе прочих таких ответственных деталей, как литая станина прокатного стана весом 80 т, поковка статора генератора к гидротурбине «Френсис» из слитка весом 230 т, отливка рабочего колеса той же турбины весом 110 т и размерами: по диаметру — 6300 мм, по высоте — 3000 мм.

Война тяжело отразилась на Ново-Краматорском заводе. Фашистские варвары разрушили его прекрасные цехи и уничтожили или растащили ценнейшее уникальное оборудование. Восстановительные работы, развернувшиеся немедленно после освобождения Донбасса, позволили заводу уже в 1945 г. возобновить свою производственную деятельность. В 1946 г. завод поставил черной металлургии различное мартеновское оборудование, основные узлы послевоенного блуминга Закавказского металлургического завода, большое количество шестеренных и рабочих клеток прокатных станов, оборудование для восстановления Днепровской гидроэлектростанции им. Ленина и др. Уральский завод тяжелого машиностроения, используя опыт военных производств, в послевоенный период значительно увеличивает выпуск оборудования для черной металлургии, нефтяной промышленности, строительства. Одновременно расширяется производство и на других заводах металлургического машиностроения.

В целом, по состоянию своих мощностей, эта отрасль имеет все возможности для выполнения самых сложных заданий новой Сталинской пятилетки; она должна произвести за пятилетие 405 тыс. т металлургического оборудования, в том числе блуминги, рельсобалочные и

трубные станы, тонколистовые станы непрерывной прокатки, турбовоздуходувки, механизмы для доменных и мартеновских печей, а также многое иное оборудование, необходимое для дальнейшего укрепления индустриального могущества нашей Родины.

Горно-рудное машиностроение. Отечественное производство горнорудного оборудования сыграло выдающуюся роль во внедрении новой машинной техники во все процессы угле- и рудодобычи. В итоге Сталинских пятилеток по степени механизации угольной промышленности СССР вышел на первое место в мире: ныне до 95% каменного угля добывается механизированным способом. При наличии благоприятных геологических условий сооружались такие крупнейшие и высокомеханизированные предприятия, как шахта Коксовая им. Сталина в Кузбассе, Магнитогорский железный рудник и др.

Масштаб проведенных реконструктивных работ лучше всего постигается в сравнении с дореволюционным состоянием русских горных предприятий. В связи с необходимостью увеличить добычу угля, в 1921 и 1922 гг. был произведен учет механического оборудования, имевшегося на шахтах Донбасса. Вентиляторными установками располагали только 150 шахт, причем 27% всех установок имели паровой привод. Еще более отсталыми являлись водоотливные установки: из работавших в Донбассе 1149 малопроизводительных насосов только 34% имели электрический привод. Все механическое оборудование — за крайне редкими исключениями — было импортным.

Яркой иллюстрацией глубочайших качественных сдвигов, которые были осуществлены угольной промышленностью в годы Сталинских пятилеток, может служить новая техника шахтного подъема, как наиболее ответственного звена в цепи непрерывного потока угля. Обследование шахт Донбасса, о котором только что упоминалось, были охвачены 242 подъемные установки с суммарной мощностью двигателей в 32 650 л. с. Из этого количества только 15% имело электрический привод, а 85% — паровой. Шахты Донбасса характеризовались весьма малой годовой добычей угля: 80—160 тыс. т. Глубина шахт, как правило, не превосходила 250—300 м. Полезный вес поднимаемого груза ограничивался 1,5—2 т. Подъемными сосудаами служили исключительно клетки с вагонетками малой емкости.

Развернувшаяся в годы Сталинских пятилеток техническая реконструкция угольной промышленности привела к созданию шахт большой мощности с годовой производительностью, превышающей 1 млн. т. Одновременно происходило углубление шахт, как предпосылка добычи высококачественных углей на больших глубинах, до 1000 и более метров.

Все эти изменения стали возможны лишь благодаря новой технике шахтного подъема. Уже в первой пятилетке производится замена тяжелых клеток с полезным грузом 1,5—2 т легкими скипами емкостью 5—6 т. Обыкновенные клетки заменяются опрокидными. Органами навивки служат, преимущественно, двойные цилиндрические барабаны. Дальнейшее развитие техники шахтного подъема имело место во второй пятилетке, когда Ново-Краматорский завод им. Сталина выпустил первую отечественную мощную подъемную машину с электрическим приводом (установлена в ноябре 1935 г. на шахте им. Орджоникидзе. Макеевугля). Наконец, уже в послевоенный период Ново-Краматорский завод весьма расширил производство подъемных машин (диаметр органа навивки от 4 до 7,2 м), предназначенных для восстанавливаемых шахт Донбасса и по своей технической характеристике удовлетворяющих всем современным требованиям угольной промышленности. Ныне завод работает над дальнейшим усовершенствованием углеподъ-

ема. В стадии подготовки производства находится новая мощная подъемная машина с бицилиндроконическим разрезным барабаном, характеризующая переменным радиусом навивки для шахт большой глубины. Диаметр большого цилиндра — 9 м, меньшего — 5 м, предельная высота подъема — 1250 м, поднимаемый груз — 12 т при максимальной скорости подъема — 14 м/сек.

Столь же значительны изменения в области угледобычи, навалки и доставки угля. Механизация угледобычи развивалась преимущественно на основе применения тяжелых врубовых машин (первые образцы выпущены в 1929 г.), а также пневматических отбойных молотков. Операция навалки угля в забое осуществляется с помощью навалочных машин. Весьма значительным явлением явилось внедрение комбинированных выемочных машин — горных комбайнов. Для доставки угля в длинных забоях отечественные заводы выпускают качающиеся конвейеры и ленточные транспортеры. Широко применяется также оборудование для скреперной доставки.

На основе развития отечественного машиностроения в годы Сталинских пятилеток создана механизированная база для всех без исключения основных и вспомогательных процессов угольной промышленности. В послевоенной пятилетке машиностроение должно разрешить новые, еще более сложные задачи.

В 1947 г. шахты и рудники получали изготавливаемое в серийном порядке оборудование новых моделей: погрузочные машины для угля, универсальные врубовые машины, пневматические погрузочные машины и комбайны, скребковые транспортеры, пневматические перфораторы и др.

Котлотурбостроение. Дореволюционная Россия вовсе не знала котлотурбостроения как организационно-оформленной отрасли: отдельные заводы, преимущественно общего машиностроения, производили паровые котлы и турбины небольшой мощности и простейших конструкций. Выпускавшиеся малометражные котлы отличались низкой производительностью (до 10 т/час), причем весь годовой выпуск котлов в России не превосходил 30 000 м². Мощность наибольшего турбинного агрегата, выпущенного Ленинградским металлическим заводом до 1917 г., составила всего 1250 квт; за весь дооктябрьский период этот завод изготовил 26 турбин общей мощностью 9000 квт. Подобному состоянию машиностроения отвечали и весьма низкий уровень и крайняя техническая отсталость русского энергетического хозяйства (слабость силового аппарата, ничтожное использование местных топлив, незначительная энерговооруженность всех производственных процессов в промышленности, в сельском хозяйстве, на транспорте и т. д.).

Развитие советского котлотурбостроения (как и всего энергомашиностроения) явилось одной из важнейших предпосылок осуществления ленинского плана электрификации — ГОЭЛРО. Выдвинутый В. И. Лениным и принятый VIII Всероссийским съездом Советов (декабрь 1920 г.) в период жестокой хозяйственной разрухи и крайнего падения всех производительных сил, план ГОЭЛРО положил начало социалистическому преобразованию страны на основах электрификации и тесно связанной с ней самой передовой техники. Дальнейшее развитие основных идей и принципов ГОЭЛРО содержится в планах Сталинских пятилеток. В этих планах отражены также и многие новые энергетические задачи (например, теплофикация, газификация, организация энергохимических производств для комплексного использования топливных ресурсов), возникавшие в процессе социалистического строительства и развития советской энергетики.

Находившееся в процессе непрерывного роста отечественное котлотурбостроение непосредственно обеспечивало необходимым оборудованием сооружение и увеличение установленной мощности тепловых

электростанций; по суммарной выработке электроэнергии СССР уже в 1935 г. вышел на третье место в мире. Одновременно в советской паротехнике происходили и крупнейшие качественные изменения, обусловленные переходом на повышенные параметры пара, широким использованием местных топлив, развитием теплофикации и другими прогрессивными тенденциями, свойственными советскому энергохозяйству. В результате непрерывно совершенствовалась производственная техника наших районных электростанций: средний удельный расход топлива на 1 выработанный квт-ч (в кг условного топлива) в 1920 г. составлял 1,4, в 1932 г. — 0,77 и в 1939 г. — 0,605 кг/квт-ч.

Начало планового выпуска котлов в СССР относится к 1923 г. Несколько позже — в 1927 г. — котлостроение было оформлено как отрасль машиностроения в составе четырех специализированных заводов. В этот же период осуществлен первый серьезный шаг в деле технического развития советской паротехники переходом на повышенные давления пара. Вместо ранее изготовлявшихся мелких котлов низкого давления (12—15 ат) с ручными топками, завод им. Сталина в 1926 г. выпустил котел на давление в 25 ат и в 1927 г. — в 30 ат. В 1930 г. были изготовлены котлы с поверхностью нагрева в 1500 м² на 30 ат и в 1933 г. — 2500 м² и 34 ат. Во второй пятилетке основным типом советского котла стал мощный однобарабанный котел с естественной циркуляцией с давлением пара 34 ат, по своей экономичности, надежности и удельному расходу металла находящийся на уровне лучших мировых образцов, а по эффективности сжигания низкосортных топлив — значительно превосходящий их. Советской школой котлостроения созданы оригинальные топки для сжигания под

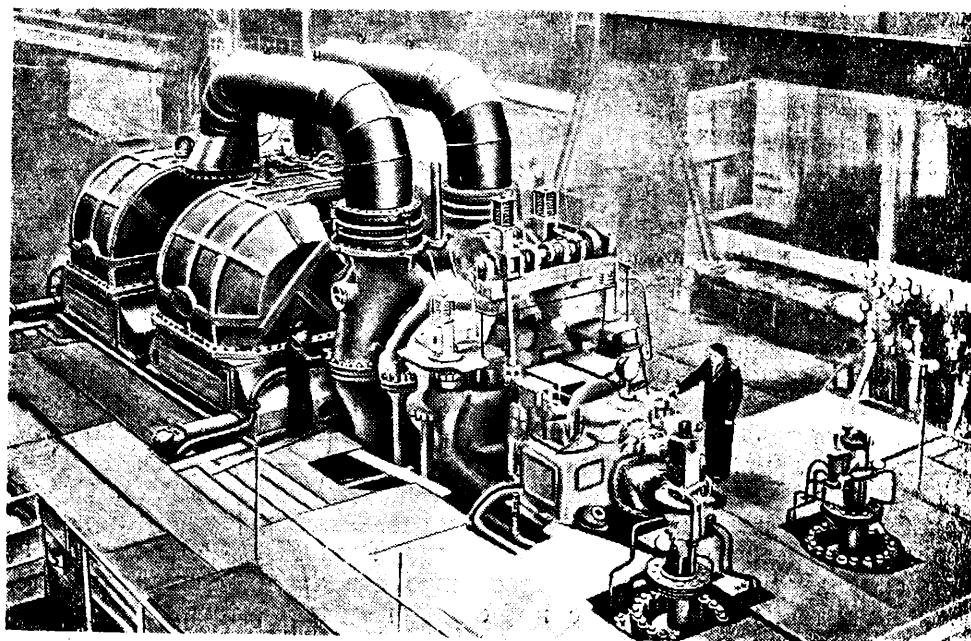


Рис. 1. Турбина 100 000 квт BK-100-2 на заводском испытательном стенде

мощными котлами (производительностью до 200 т/час) кускового и фрезерного торфа, бурого угля (в частности, высокозольного подмосковного), а также антрацитового штыба.

Весьма крупным событием в развитии советской паротехники явился выпуск (1933 г.) первого прямоточного котла на давление в 140 ат производительностью пара в 200 т/час и перегревом до 500°. С 1938 г.

производство прямоточных котлов прочно вошло в программы отечественных заводов. В частности, Подольский котельный завод, созданный в годы Отечественной войны, в 1945 г. выпустил 5 прямоточных котлов высокого давления.

В новой пятилетке советское котлостроение получает дальнейшее значительное развитие: в 1950 г. заводские мощности этой отрасли должны обеспечить выпуск котлов с суммарной поверхностью нагрева в 540 000 м².

Развитие советского паротурбостроения началось с 1924 г., когда два ленинградских завода — Металлический им. Сталина и «Электросила» им. Кирова построили первую паровую турбогенераторную установку мощностью в 2000 квт на давление пара 11 ата. В дальнейшем эта отрасль паротехники развивалась весьма интенсивно. Уже в 1925 г. Ленинградский Металлический завод изготовил турбину мощностью в 10 000 квт. В 1933 г. он выпускал турбины в 25 000 квт промышленной и теплофикационной характеристик, — в то время крупнейшие в мире машины с регулируемым отбором пара. В 1938 г. Ленинградский Металлический завод выпустил турбину в 100 000 л. с. при 3000 об/мин на давление в 29 ата. Наконец, в послевоенный период (1946 г.) этот же завод изготовил первую турбину ВК-100-2 высокого давления в 100 000 квт, работающую при давлении в 90 ата и температуре пара в 480° (по сравнению с предыдущей моделью аналогичной мощности на давление 29 ата, эта турбина обеспечивает значительную — до 15% — экономию топлива).

Техническое развитие паротурбостроения сопровождалось ростом заводских мощностей. Одной важнейшей датой в этом отношении является пуск Харьковского турбогенераторного завода (1933 г.) и другой — пуск Уральского турбинного завода в Свердловске (1940 г.). По плану послевоенной пятилетки в 1950 г. мощности паротурбостроительных заводов должны обеспечить возможность выпуска паровых турбин суммарной мощностью в 3770 тыс. квт.

Транспортное машиностроение. Крупнейшие достижения социалистического транспорта нашей страны во многом определялись успехами транспортного машиностроения. Советский Союз — великая железнодорожная держава — ныне располагает сложившейся в годы Сталинских пятилеток мощной машиностроительной базой для производства современных паровозов, тепловозов, электровозов, пассажирских и товарных вагонов, различного оборудования для механизации погрузочно-разгрузочных, дорожно-строительных и иных работ.

Паровозостроение — одно из немногих развитых производств дореволюционного машиностроения. Однако в современном состоянии этой отрасли нельзя найти и следов производственной техники того периода. Уже в 1920—1923 гг. по указанию В. И. Ленина были введены в эксплуатацию паровозы ЭУ и ЭМ, частично сменившие менее мощные паровозы старых типов Щ и Э. В дальнейшем — в 1931—1932 гг. выпущены первые экземпляры мощных паровозов ФД (товарных) и ИС (пассажирских). С этого времени советские паровозы являются самыми мощными в Европе. За годы пятилеток сцепной вес пассажирских паровозов вырос с 47,2 т («С») до 80,7 т («ИС»), т. е. на 70% и товарных — с 64,2 т («Щ») до 103 т («ФД»), т. е. на 58%.

Увеличение сцепного веса сопровождалось непрерывным улучшением других эксплуатационных показателей паровой тяги. Шла напряженная работа конструкторов над повышением тепловой экономичности паровоза с помощью водо- и воздухоподогрева, пароперегрева, внедрения стокерного отопления, опытов с пылеугольным отоплением и т. д. В 1936 г. выпущены первые паровозы «СО» с тендер-конденса-

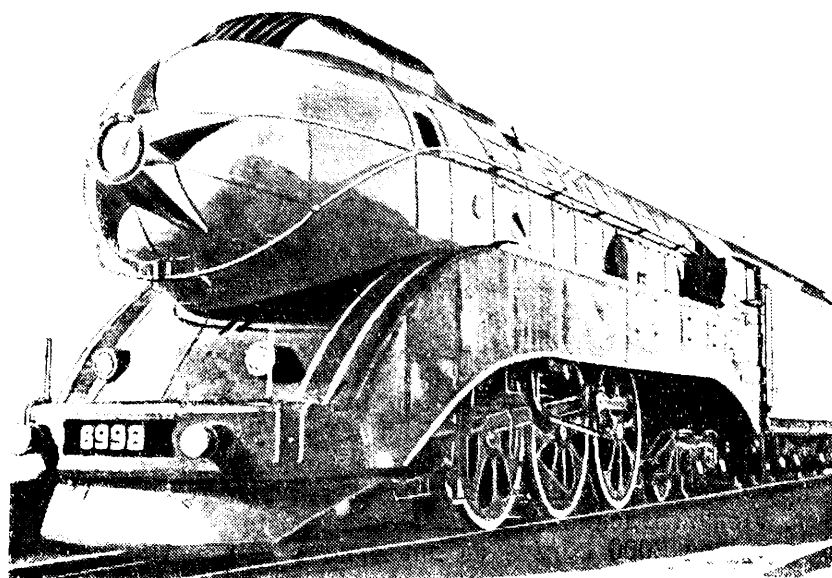


Рис. 2. Паровоз 2-3-2 с конструктивной скоростью 180 км/час

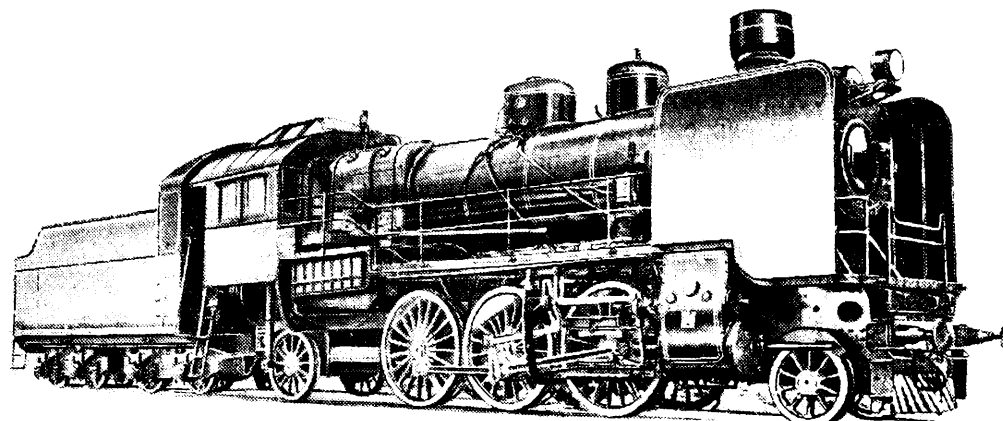


Рис. 3. Паровоз С_{ум} с воздухо- и водоподогревом

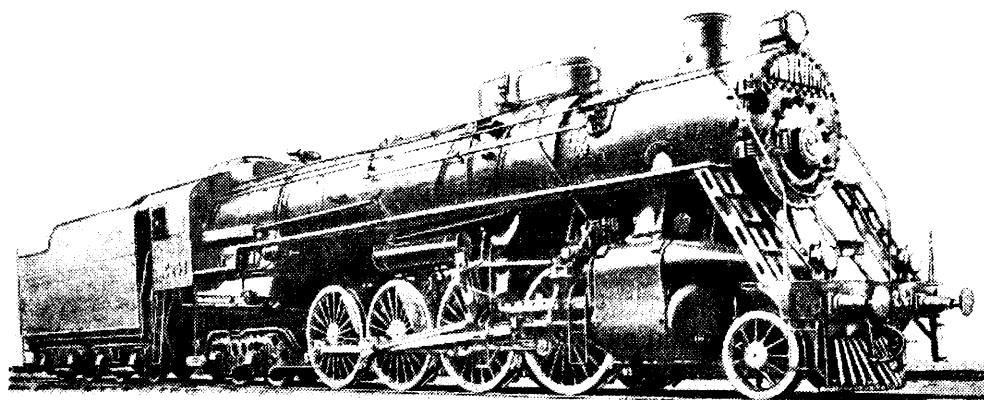


Рис 4. Паровоз „ИС“

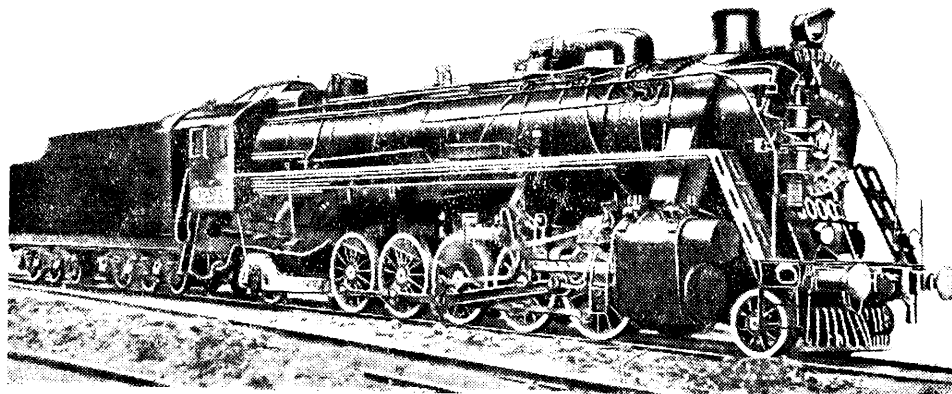


Рис. 5. Паровоз „ФД“

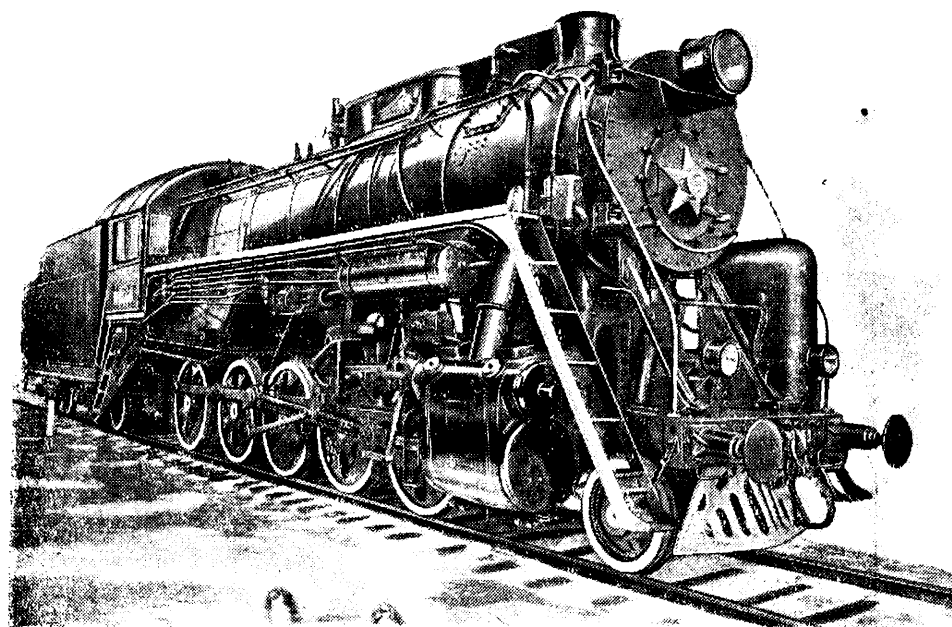


Рис. 6. Паровоз „Л“

торами, внедрение которых, в связи с резким снижением расхода воды, имеет крупное значение для увеличения пропускной способности железных дорог. В 1938 г. был выпущен пассажирский паровоз 2-3-2 с конструктивной скоростью до 180 км/час. Опытные образцы теплопаровозов, обеспечивающих существенное повышение к. п. д., построены и испытаны в 1940 г. Наконец, в 1946 г. начался серийный выпуск товарных паровозов «Л» со сцепным весом в 90 т и нагрузкой на ось в 18,0 т.

Последние работы наших паровозостроителей направлены на создание новых усовершенствованных конструкций. На очереди — создание мощных товарных паровозов со сцепным весом до 112 т, а также скоростных пассажирских паровозов. В течение текущей пятилетки

железнодорожный транспорт СССР должен получить 6165 магистральных паровозов.

Тепловозостроение в послеоктябрьский период началось в 1922 г. с постройки мощного магистрального (1000 л. с.) тепловоза, выполненной петроградскими заводами по распоряжению В. И. Ленина. В то время это был самый мощный в мире магистральный тепловоз. В США первый магистральный тепловоз аналогичной мощности был выпущен позднее — в 1924 г.

Эксплуатация тепловозов выявила весьма значительные преимущества этого типа локомотива по сравнению с паровозной тягой, в частности — совершенно незначительный расход воды, высокий к. п. д. (расход топлива в 4—5 раз меньше, чем у лучших новейших паровозов) и, как следствие, возможность значительного удлинения межэкипировочных пробегов; большую скорость движения поездов; сокращение капитальных затрат на постройку депо-ских сооружений.

В силу указанных выше преимуществ, в новой пятилетке тепловозная тяга должна получить весьма широкое развитие и, в первую очередь, на ряде железнодорожных линий Средней Азии, Кавказа и Нижнего Поволжья, где нет достаточных источников водоснабжения. На тепловозную тягу должно быть переведено до 7000 км пути, для чего потребуется ввести в эксплуатацию до 865 магистральных тепловозов.



Рис. 7. Тепловоз „ВМ“ мощностью 2000 л. с.

Электровозостроение в СССР развивалось в связи с проводившимися в годы Сталинских пятилеток работами по электрификации железнодорожного транспорта: к началу 1947 г. общая протяженность электрифицированных линий составила около 2000 км. Вся потребность в электровозах, начиная с 1932 г., когда на магистральном участке Сурамского горного перевала Закавказской железной дороги начал работать первый советский магистральный электровоз, покрывалась отечественными заводами. За истекшие 15 лет наш транспорт получил более 200 магистральных электровозов «ВЛ», «ПБ» мощностью 2270 л. с., в том числе — 40 электровозов шестиосной серии «ВЛ-22». В 1932 г. началось производство промышленных и рудничных

электровозов, позволившее внедрить электротягу на ряде участков промышленного транспорта.

Преимущества электротяги по сравнению с паровой (полная независимость от условий водоснабжения, увеличение пропускной способности железных дорог, высокий к. п. д., надежность работы в зимнее время, рационализация использования топливно-энергетических ресурсов) обуславливают дальнейшее развитие электрификации железных дорог, которая — по протяженности электрифицированных линий — в 1950 г. должна достигнуть 7360 км, т. е., по сравнению с 1946 г., возрасти в 3,5 раза. Электромашиностроение в текущей пятилетке должно увеличить свои мощности с таким расчетом, чтобы поставить железнодорожному транспорту 555 магистральных электровозов серии «ВЛ-22м» и несколько опытных, еще большей мощности.

Весьма ярким достижением в области электрификации транспорта явилось строительство московского метрополитена (первая очередь принята в эксплуатацию в 1935 г.). Все транспортное и механическое оборудование этого первоклассного сооружения изготовлено исключительно на отечественных заводах. Один этот факт свидетельствует о той технической зрелости, которой отличалось наше транспортное машиностроение (а также электромашиностроение и другие отрасли отечественной индустрии) уже к началу второй пятилетки, когда на многих заводах развернулись работы по заказам московского метро.

Вагоностроение, как и паровозостроение, резко изменило свой облик за годы советской власти. Не говоря уже о значительном увеличении своих мощностей, эта отрасль транспортного машиностроения в период Сталинских пятилеток коренным образом перестроила номенклатуру и типаж продукции применительно к новым условиям грузооборота и пассажирских перевозок.

Товарное вагоностроение обеспечило значительное усиление и обновление вагонного парка, причем общая мощность последнего (в двухосном исчислении) к началу Отечественной войны увеличилась по сравнению с 1913 г. более чем вдвое (в течение первой пятилетки товарный вагонный парк увеличился на 49 500 ед., в течение второй — на 170 400 ед.).

Не менее существенными являлись происходившие одновременно качественные изменения. Конструкции старого типа — двухосные «коробки» небольшой (12—16 т) грузоподъемности — уже в начале первой пятилетки пришли в противоречие с ростом перевозок и увеличением грузонапряженности. В дальнейшем из года в год происходило вытеснение старых вагонов новыми. Из вновь поступающих в эксплуатацию вагонов не менее 50% составляли большегрузные, в том числе: крытый товарный четырехосный вагон 50 т, четырехосный саморазгружающийся полувагон для насыпных грузов 60 т типа «гондола», такой же полувагон типа «хopper», саморазгружающиеся полувагоны с опрокидывающимся кузовом типа «думкар», вагоны-цистерны и многие другие. В конструкциях всех этих вагонов отражены следующие ведущие тенденции: увеличение грузоподъемности, уменьшение коэффициента тары, специализация грузонесущей части вагона при возможности максимального сокращения трудоемкости погрузо-разгрузочных работ. Все эти изменения в вагонном парке обусловили значительное расширение и ускорение перевозок массовых грузов — руды, угля, строительных и других материалов.

Существенное реконструктивное значение имело переоборудование вагонного парка установкой автотормозов и автосцепок, чем было достигнуто повышение безопасности движения, увеличение веса и скорости поездов, улучшение использования силы тяги новых паровозов.

Крупнейшим событием в развитии отечественного вагоностроения явился пуск Уральского вагоностроительного завода им. Сталина. Это предприятие, по своим мощностям и первоклассному оснащению не имеющее себе равных среди вагоностроительных заводов мира, сыграло выдающуюся роль во время Отечественной войны в обеспечении фронта боевой техникой. Ныне Уралвагонзавод вместе с некоторыми другими восстанавливаемыми предприятиями снабжает железнодорожный транспорт вагонами новых типов по плану послевоенной пятилетки.

Значительные изменения происходили и в области пассажирского вагоностроения. Выпускавшиеся пассажирские вагоны новых типов отличались улучшением использования площади и повышением комфортабельности. Весьма важным событием явилось начало цельнометаллического вагоностроения: в 1946 г. ленинградский завод им. Егорова изготовил первую серию цельнометаллических вагонов на 60 спальных мест.

Автомобильная промышленность. Производство автомобилей целиком развилось в послеоктябрьский период. Царская Россия вовсе не имела собственного автомобилестроения (то обстоятельство, что автомобильный отдел Русско-Балтийского вагоностроительного завода в Риге за время с 1908 по 1916 г. выпустил около 450 автомобилей из импортных деталей, конечно, несколько не меняет этого факта). Ничтожно малый автопарк (в 1913 г. он состоял из 10—11 тыс. импортных автомашин, в подавляющем большинстве — на 80% — легковых), —

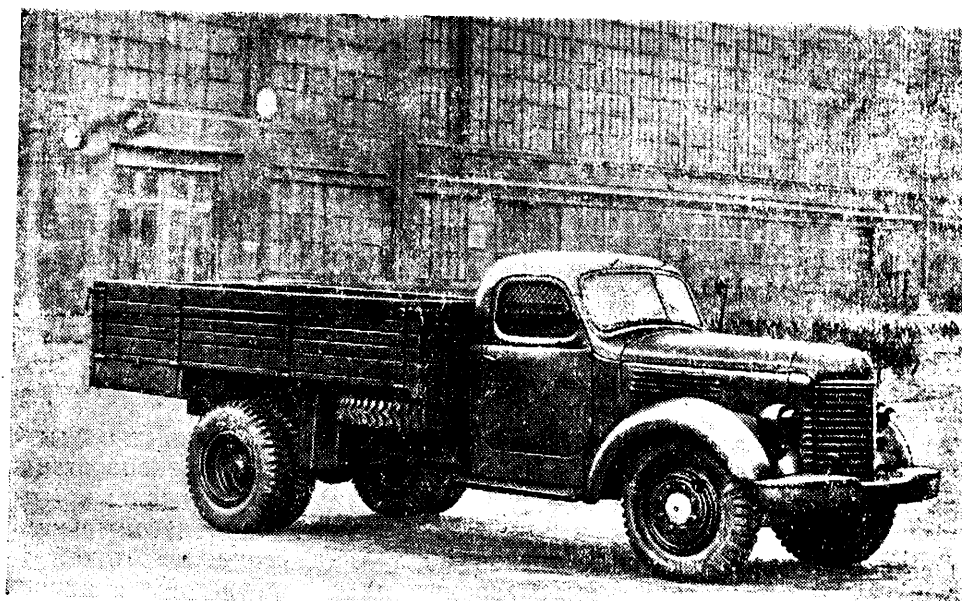


Рис. 8. Грузовая машина ЗИС-150

такова главнейшая причина фактического отсутствия автомобильных перевозок в дореволюционной России.

Развитие автомобильного транспорта в СССР целиком обусловлено крупнейшими достижениями отечественной автомобильной промышленности. Уже в 1923 г., вскоре после окончания гражданской войны, началось производство автомобилей на заводе АМО (ныне Московский автомобильный завод им. Сталина). В 1925 г. производство автомобилей было организовано на Ярославском автозаводе. Однако основные

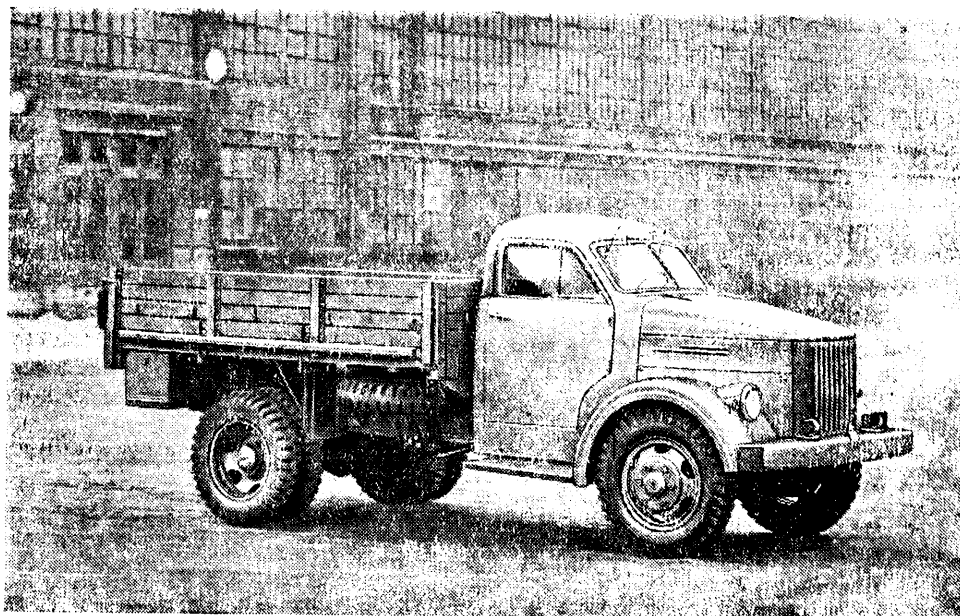


Рис. 9. Грузовая машина ГАЗ-51

мощности для массового автомобилестроения были созданы несколько позже, в годы Сталинских пятилеток. В весьма сжатые сроки был сооружен и введен в строй (1931 г.) Горьковский автомобильный завод им. Молотова. Подвергся коренной реконструкции (1932 г.) Московский автомобильный завод им. Сталина. Эти мощные предприятия, хорошо оснащенные новейшей техникой поточного производства, вырастившие кадры квалифицированных рабочих и специалистов, стали основной базой нараставшего из года в год массового выпуска легковых и грузовых автомобилей. В 1940 г. был введен в строй Московский завод малолитражных автомашин.



Рис. 10. Легковая машина ГАЗ М-20

Рост мощностей этой отрасли сопровождался формированием советской конструкторской школы автомобилестроения. Из года в год увеличивался удельный вес оригинальных конструкций грузовых и легковых автомашин. Шло непрерывное совершенствование выпускавшихся моделей. Наряду с основными марками и на их основе изготовлялись также автобусы, самосвалы, автомобили повышенной проходимости, автомобили с газогенераторными установками и др. В годы Отечественной войны было освоено производство разведывательных бронеавтомобилей, грузовых полугусеничных и других специальных автомашин.

Послевоенное развитие автомобильной промышленности сопровождалось дальнейшим подъемом технического творчества наших автостроителей. В 1946 г. завод им. Сталина освоил производство легковых автомобилей высшего класса ЗИС-110, в 1947 г. — автобусов вагонного

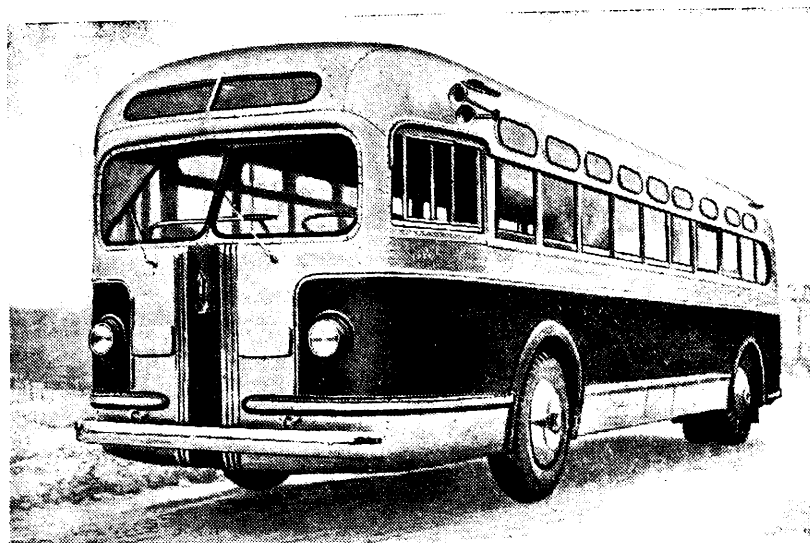


Рис. 11. Автобус ЗИС-154

типа ЗИС-154 и выпустил первую серию грузовых автомобилей ЗИС-150 грузоподъемностью 3,5—4 т. С конца 1946 г. Горьковский автозавод им. Молотова выпускает новые комфортабельные легковые автомобили «Победа», грузовые 2,5 т автомобили ГАЗ-51 с шестицилиндровым двигателем. Ярославский завод производит грузовики ЯАЗ-200, оснащенные двухтактными автомобильными дизелями мощностью 110 л. с., а также готовит к выпуску автомобили-самосвалы 5 т.

В этом — весьма неполном — перечне имеются автомашины различных классов и назначений. Их объединяют высокие эксплуатационные качества, подтвержденные государственными испытаниями и свидетельствующие о технической зрелости наших автостроителей. Из многих возможных примеров укажем на грузовой автомобиль ГАЗ-51, являющийся плодом серьезной и всесторонней — конструкторской, экспериментальной, лабораторно-исследовательской и производственной — работы коллектива Горьковского автозавода им. Молотова. По динамическим показателям, по максимальной и средней техническим скоростям, по эксплуатационной надежности и экономичности ГАЗ-51 значительно превосходит довоенные модели того же завода.

Отечественная война внесла коренные изменения в размещение советской автомобильной промышленности. В годы войны и в после-

военный период началось строительство ряда новых автозаводов, в том числе в Днепропетровске, Кутаисе, Новосибирске, Миассе, Ульяновске, Минске. Старые, реконструированные и новые заводские мощности в совокупности должны обеспечить согласно послевоенному пятилетнему плану резкое расширение производства до уровня 1950 г. в 428,0 тыс. шт. грузовых и 65,6 тыс. шт. легковых автомобилей.

Необходимо отметить то прогрессивное и облагораживающее влияние, которое автомобильная промышленность оказывала ранее и продолжает оказывать сейчас на развитие многих других отраслей отечественного машиностроения. Совершенствование производственных методов в станкостроении, паровозостроении, в производстве самолетов, двигателей внутреннего сгорания, насосов, компрессоров и других изделий серийного машиностроения во многом проходило под знаком заимствования свойственных автомобилестроению передовой технологии и организации поточно-массового производства.

Сельскохозяйственное машиностроение. О состоянии сельскохозяйственного машиностроения России возможно судить прежде всего по положению русского сельского хозяйства. Примитивный физический труд характеризовал все без исключения процессы по возделыванию почвы, уборке урожая, переработке зерновых, животноводческих и других продуктов. На бескрайних просторах русских полей крестьянин пахал землю деревянной сохой: плуг применялся только в помещичьих хозяйствах. 30% крестьянских хозяйств не имели лошадей, и полностью отсутствовала механическая тяговая сила. В 1913 г. на всю Россию насчитывалось всего 165 тракторов.

Недостаток сельскохозяйственного оборудования был повсеместным. Так, в Смоленской губернии 1 жатвенная машина приходилась на 162 000 десятин пахотной земли.

Начало развития советского сельскохозяйственного машиностроения относится к 1921 г., когда В. И. Лениным был подписан декрет, определявший основные задачи по восстановлению этой отрасли. В 1926 г. — к началу первой пятилетки — выпуск сельскохозяйственных машин достиг довоенного уровня. Однако основное развитие эта отрасль получила в годы Сталинских пятилеток, когда перед ней во всю ширь встала задача создания материальной базы коллективизации сельского хозяйства в виде парка современных машин и орудий. «Необходимо было построить тракторные заводы, заводы сельскохозяйственных машин и снабдить их продукцией сельское хозяйство, чтобы дать возможность миллионам мелких единоличных крестьянских хозяйств перейти на крупное колхозное производство, ибо этого требовали интересы победы социализма в деревне»⁴.

Крупнейшие успехи отечественного сельскохозяйственного машиностроения в годы пятилеток характеризуются в первую голову стремительным ростом механизации социалистического сельского хозяйства, которое к началу Великой Отечественной войны являлось самым механизированным в мире. На состоявшемся в марте 1947 г. пленуме ЦК ВКП(б) тов. А. А. Андреев дал следующую оценку предвоенного состояния механизации сельского хозяйства в СССР: «За годы Сталинских пятилеток была в основном завершена механизация сельского хозяйства. В 1940 г. наше сельское хозяйство имело 530 тыс. тракторов, 182 тыс. комбайнов и 228 тыс. грузовых автомашин. Три четверти всей пахоты в колхозах и более половины посевов в 1940 г. производилось тракторами, половина площади зерновых убиралась комбайнами, а по зерновым районам эта доля была еще выше. Наше сельское хозяйство стало самым механизированным, потому что даже

⁴ Краткий курс истории ВКП(б), гл. X, стр. 268.

Америка имела только половину тракторной пахоты и одну треть тракторного посева, не говоря уже о европейских странах, которые далеко в этом отстали».

В годы Сталинских пятилеток был создан ряд мощных и специализированных заводов и цехов, выпускающих машины, орудия и инвентарь для сельского хозяйства, в том числе — тракторы, тракторные плуги, сеялки, комбайны, культиваторы, зерноочистительные машины, сенокосилки, кормоприготовительные и кормоперерабатывающие машины, сепараторы и другой молочный инвентарь, сельскохозяйственные локомобили и т. п. и т. д. В дальнейшем подвергнем более подробному рассмотрению лишь те изменения, которые произошли в сфере производства тракторов и комбайнов.

Советское тракторостроение началось в 1923 г. на Путиловском (ныне Кировском) заводе выпуском тракторов ФП. В 1927/1928 г. было изготовлено всего 1272 трактора. Однако основные тракторостроительные мощности введены в строй несколько позже. В 1930 г. был принят в число действующих предприятий первенец советской индустриализации — Сталинградский тракторный завод, в 1931 г. состоялся пуск Харьковского тракторного завода и, наконец, в 1932 г. начал работать величайший в мире завод гусеничных тракторов в Челябинске. Первые два завода выпускали колесные тракторы СХТЗ 15/30; на последнем было организовано производство мощных тракторов «Сталинец-60». Уже в конце первой пятилетки советское тракторостроение являлось крупной, передовой в технологическом и организационном отношении отраслью машиностроения, оказавшей в тот период значительное влияние на совершенствование производственных методов в других отраслях.

В годы второй пятилетки было выпущено 512 000 тракторов (в условных пятнадцатисильных единицах), и с той поры в области тракторостроения наша Родина заняла первое место в мире.

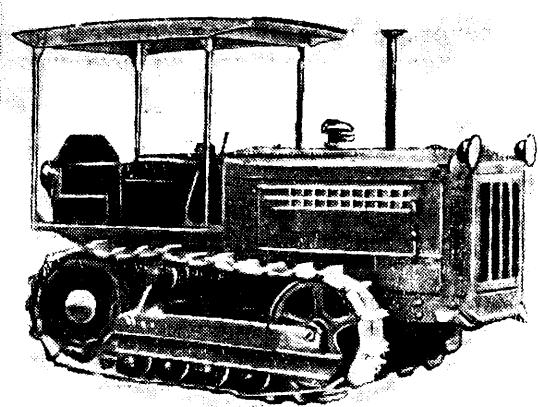


Рис. 12. Трактор „Кировец Д-35“

Война тяжело отразилась на двух старейших советских тракторных заводах — Сталинградском и Харьковском. Вражескими снарядами и минами были выведены из строя их прекрасные цехи, разрушено уникальное оборудование. Широко развернувшиеся восстановительные работы позволили уже в 1944 г. возобновить на этих предприятиях выпуск тракторов, в последующее время нараставший из месяца в месяц (выпуск тракторов в 1946 г. составил 172% от выпуска 1945 г.). Еще во время войны было начато строительство новых тракторных заводов —

Алтайского, Владимирского, Липецкого, а также Минского. Старые и новые заводские мощности должны обеспечить в текущей пятилетке производство 72 000 тракторов.

Для отечественного тракторостроения особенно характерен процесс непрерывного совершенствования выпускавшихся тракторов на основе работ советской конструкторской школы. Отличительная черта последней — создание новых конструкций или модернизация их применительно к особенностям и требованиям социалистического сельского хозяй-

ства. При освоении трактора «Универсал» в 1932/33 г. конструкторы НАТИ внесли в американский образец ряд существенных изменений, а дальнейшая модификация этой марки привела к созданию вполне оригинальной конструкции четырехколесного универсального трактора. В 1935 г. на поля страны был выпущен советский гусеничный трактор СТЗ-НАТИ. В 1937 г. вместо существовавшего на Челябинском тракторном заводе производства гусеничных тракторов с карбюраторным двигателем типа Катерпиллер было организовано производство тракторов с дизельным двигателем отечественной конструкции. Готовясь к послевоенному развитию тракторостроения, конструкторы еще в дни войны разработали дизельный трактор ЛТЗ-НАТИ, а также тракторы «Киро-

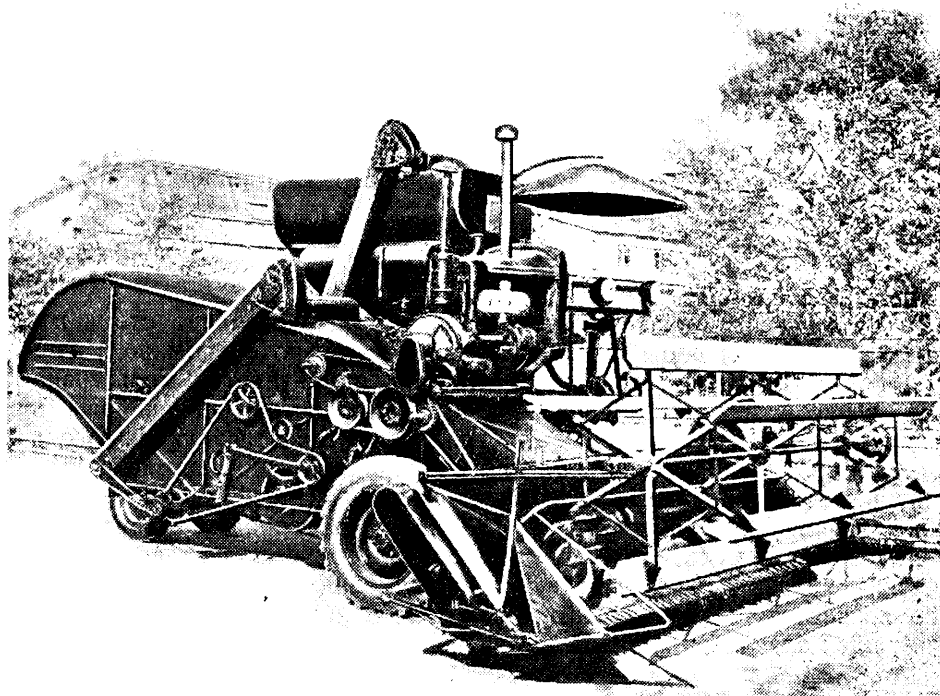


Рис. 13. Самоходный комбайн „С-4“

вец Д-35» и гусеничный «Сталинец-80». Все последние конструкции советских тракторов характеризуются повышенной эксплуатационной надежностью, широким диапазоном скоростей и тяговых усилий, высокой маневренностью и экономичностью.

В соответствии с законом о пятилетнем плане выпуск тракторов в 1950 г. должен составить 112 000 шт.

Комбайностроение. Развитие комбайностроения в СССР является характерным выражением происходившего в годы пятилеток перехода от наиболее простых сельскохозяйственных орудий и машин к более сложным, квалифицированным и мощным агрегатам. Начало выпуска комбайнов имело место в 1930 г., когда были изготовлены первые 104 комбайна. С той поры производство комбайнов непрерывно расширялось. К концу второй пятилетки (1937 г.) годовой выпуск комбайнов достиг 50 000 шт., и Советский Союз занял в этой области первое место в мире. Важно отметить, что попутно с ростом мощностей в годы пятилеток формировалась конструкторская школа отечественного комбайностроения. Принятые в массовое производство комбайны «Стали-

нец-6», двигатели для комбайнов Уфимского завода марки У-5 являются оригинальными советскими конструкциями, превосходящими по ряду показателей аналогичные по назначению иностранные машины.

Возобновление производства комбайнов после Отечественной войны характеризуется новым ростом мощностей (по плану послевоенной пятилетки производство комбайнов в 1950 г. должно составить 60 000 шт.), дальнейшим пересмотром выпускавшихся ранее конструкций. Пересмотр этот происходит на основе освоения самоходных и безмоторных прицепных комбайнов, а также ранее распространенных прицепных моторных. Новым самоходным комбайном, принятым к производству на пяти заводах, является «С-4» (конструкция ВИСХОМ). Он отличается большой компактностью, хорошей маневренностью, удобством управления, повышенной поступательной скоростью, применением пневматических шин, а также рядом конструктивных улучшений, относящихся к рабочим и передаточным органам агрегата. При оформлении узлов и деталей конструктора «С-4» широко использовали опыт автомобилестроения. По своим эксплуатационным показателям, полученным в результате сравнительных полевых испытаний, «С-4» превосходит новейшие самоходные комбайны иностранного производства.

* *
*

В послевоенный период отечественное машиностроение стоит перед целым комплексом новых, более сложных задач по сравнению с решенными ранее. Накопленный в годы Сталинских пятилеток многогранный опыт, высокий патриотизм рабочих и специалистов, широчайшие возможности технического творчества, являются гарантией успешного решения задач послевоенной пятилетки. Призыв ленинградцев о выполнении пятилетки в четыре года будет подхвачен всей многомиллионной армией наших машиностроителей. С именем товарища Сталина, своего вдохновителя и руководителя, машиностроители выполняют свой патриотический долг в деле дальнейшего вооружения новой техникой народного хозяйства, в деле укрепления хозяйственного и военного могущества нашей славной и великой Родины.

„РАБОЧИЕ И РАБОТНИЦЫ, ИНЖЕНЕРЫ И ТЕХНИКИ ПРЕДПРИЯТИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ! НЕПРЕРЫВНО УВЕЛИЧИВАЙТЕ ВЫПУСК МАШИН! ОСНАЩАЙТЕ НАШУ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО, ТРАНСПОРТ ПЕРЕДОВОЙ ТЕХНИКОЙ!“

(Из призывов ЦК ВКП(б)
к 30-й годовщине Великой
Октябрьской социалистической
революции)

КИНЕМАТИКА МЕХАНИЗМОВ

В РАБОТАХ СОВЕТСКИХ УЧЕНЫХ

Акад. И. И. АРТОБОЛЕВСКИЙ

До Великой Октябрьской Социалистической Революции работы русских ученых в области кинематики механизмов были посвящены в основном частным задачам кинематики конкретных механизмов. Принадлежавшие виднейшим дореволюционным ученым отдельные труды, в которых рассматривались общие проблемы кинематики механизмов, не получали достаточного развития и не внедрялись в практику технических расчетов. Только после Великой Октябрьской Социалистической Революции усилился интерес к проблемам кинематики механизмов, обусловленный теми грандиозными задачами, которые были поставлены перед наукой и техникой советским машиностроением. Ряд фундаментальных работ, принадлежащих советским ученым, посвященных теории структуры и классификации механизмов, создали серьезную базу для дальнейшего развития советской науки и механизмов.

Успехи, достигнутые в развитии теории структуры и классификации механизмов, определили направление развития современной кинематики механизмов.

Особое внимание ученых было обращено на изучение кинематики механизмов со сложными кинематическими схемами. Исследование Л. В. Ассура [1] содержало решение задачи об определении скоростей и ускорений незамкнутых кинематических цепей с помощью так называемых особых точек. Для кинематических цепей с замкнутыми контурами Ассуром были предложены специальные методы геометрических мест.

В работе И. М. Рабиновича [2] содержался первый в советской литературе обзор методов кинематического анализа сложных кинематических цепей, а также дано применение этих методов для решения задач статики строительных ферм.

Н. Г. Бруевичем был изложен новый оригинальный метод решения задач кинематики механизмов любого класса и порядка с помощью векторных уравнений. Работа Бруевича [3] была построена на базе классификации Ассура. В ней впервые было показано, что рациональная классификация механизмов дает ключ к решению задач кинематики механизмов.

В работах автора этой статьи [4—7], основанных также на классификации Ассура, был развит геометрический метод кинематического анализа сложных кинематических цепей. Автором был развит метод особых точек в применении к сложным кинематическим цепям, имеющим замкнутый контур, и новый метод кинематического анализа плоских механизмов с помощью аналогов поворотных кругов, т. е. изображений поворотных кругов в планах скоростей.

В. В. Добровольским [8] был развит метод особых точек на основе предложенного им приема разложения внутреннего шарнира группы.

Одной из наиболее трудных задач кинематики сложных механизмов является построение положений механизмов и траекторий, описываемых отдельными точками звеньев. Эта задача исчерпывающе была решена В. В. Добровольским [9], предложившим метод геометрических мест для решения задач о построении положений звеньев.

Мы не останавливаемся здесь на задачах кинематики отдельных видов конкретных механизмов, так как количество работ, посвященных решению этих задач, весьма велико.

Можно смело утверждать, что в трудах советских ученых дано исчерпывающее решение общих проблем кинематики плоских механизмов.

Однако еще мало изучена кинематика механизмов с гибкими и упругими звеньями, механизмов с гидравлическими, пневматическими и электрическими связями и комбинированных систем. Необходимо продолжать изучение кинематики сложных механизмов, главным образом машин-автоматов, чтобы установить наиболее выгодные с кинематической точки зрения параметры этих механизмов.

Более сложна и трудна задача кинематического анализа пространственных механизмов. Впервые она была сформулирована В. П. Горячкиным [10] в его классическом труде «Земледельческая механика». Рассматривая в нем структуру и кинематику ряда пространственных механизмов, акад. В. П. Горячкин обращает внимание исследователей и конструкторов на большие преимущества этих механизмов при решении ряда практических задач.

Н. И. Мерцалов [11] с 1922 г. на машиностроительном факультете Тимирязевской с.-х. Академии начинает чтение систематического курса по кинематике пространственных механизмов. Методы, излагавшиеся Мерцаловым, на много лет опередили немецкую школу ученых. Работы Мерцалова по развитию кинематики пространственных механизмов, к сожалению, неопубликованные, были успешно продолжены его учениками.

В период с 1932 по 1937 гг. автором этой статьи [12—21] был опубликован ряд работ по структуре и кинематике пространственных механизмов. Впервые была дана классификация пространственных механизмов и на ее основе методы определения скоростей и ускорений механизмов различных классов. В кинематике сферических механизмов изложены задачи кинематики сложных сферических групп с помощью метода «особых» осей.

Вышеуказанная работа автора [12] была первой монографией по кинематике пространственных механизмов.

Г. Г. Баранов [22] предложил новый метод кинематического анализа общего случая семизвенного пространственного механизма. Впервые в литературе Барановым был рассмотрен вопрос о построении планов положений пространственного семизвенного механизма.

Н. Г. Бруевичем [23] изложен метод кинематического анализа пространственных механизмов с помощью векторных уравнений. Данная работа является естественным развитием вышеуказанной работы Бруевича [3], посвященной плоским механизмам.

Задачи кинетостатики пространственных механизмов были решены Н. Г. Бруевичем [24]. Бруевич полностью рассмотрел кинетостатику пространственных механизмов, получающихся путем присоединения пространственных диад, образованных кинематическими парами различных классов. Его работа была первой появившейся в советской и иностранной литературе по кинетостатике механизмов.

Я. Б. Шору [25, 26] принадлежит подробный обзор существующих методов; им составлены уравнения для решения задачи кинематики сложных пространственных кинематических цепей с парами V класса. Работы Шора дают решение задач определения скоростей, ускорений и сил, действующих на механизм, при условии, что положение самого механизма известно.

Решение задач кинематики сложных пространственных механизмов содержится в работе Ф. М. Диментберга и Я. Б. Шора [27], предложивших новый метод изображения векторов в пространстве. Этот метод отличается простотой и очень удобен для решения задач по определению скоростей, ускорений и сил, действующих на механизм, но не позволяет решать задачи о положениях пространственных механизмов. Работа Диментберга и Шора явилась дальнейшим развитием идей А. П. Котельникова и Б. Н. Горбунова, посвященных теории моторов.

В последние годы большое внимание, естественно, уделялось тем видам пространственных механизмов, которые нашли широкое применение в современной технике. Из механизмов с низшими парами большое распространение получили сферические четырехзвенные механизмы, некоторые схемы которых используются в конструкциях двигателей. Эти механизмы носят название механизмов «качающихся» шайб. Анализ механизмов качающихся шайб и аналитическое решение кинематики и динамики их принадлежит В. Я. Натанзону [28]. Автором статьи [29] была разработана теория структуры этих механизмов и развит геометрический метод исследования их кинематики.

Теории сферических механизмов посвящен цикл работ В. В. Добровольского [30—34], который применил для исследования кинематики и кинетостатики сферических механизмов стереографическую проекцию. Используя далее установленную им структурную аналогию между плоскими и сферическими механизмами, он дает исчерпывающее решение кинематики и кинетостатики современных сферических механизмов.

Изучение теории сферических механизмов привело В. В. Добровольского к решению задачи о положениях пространственных механизмов с помощью метода сферических изображений. Используя этот метод, можно с успехом решать задачи о положениях пространственных механизмов, образованных присоединением диад, состоящих из кинематических пар различных классов.

Широкое применение в практике получили также четырехзвенные пространственные механизмы. Задачей о положениях этих механизмов и их проворачиваемости занимался Д. С. Тавхелидзе [35]. Он рассмотрел общую задачу проворачиваемости четырехзвенных механизмов и, как следствие из нее, получил решение задачи о проворачиваемости сферических механизмов.

В работе С. Н. Кожевникова [36] также рассматривается вопрос о проворачиваемости четырехзвенного пространственного механизма. Кроме того, им рассмотрены задачи о проектировании четырехзвенного механизма по заданному углу поворота одного из звеньев и по заданному коэффициенту изменения скорости.

Я. Б. Шором [37] предложен новый метод решения задачи кинематики сферических механизмов с помощью изображения на одной плоскости. Метод позволяет решать только задачу об определении скоростей.

Исследованию зубчатых пространственных механизмов было посвящено значительное количество работ, из которых мы остановимся лишь на главнейших, касающихся геометрии пространственных зубчатых механизмов. Н. И. Мерцалов [11] разработал геометрическое доказательство основных теорем теории зацеплений пространственных зубчатых механизмов и дал геометрические методы проектирования профилей зубцов для осей колес, перекрещивающихся под произвольными углами.

В работе Н. И. Колчина и В. В. Болдырева [39] изложена теория зацепления конических колес с прямыми зубцами, имеющими эвольвентный и октоидальный профили.

Общей теории конических колес со сферическим эвольвентным профилем была посвящена работа В. В. Добровольского [40]. Теории червячных механизмов была посвящена работа А. Н. Грубина [41]. В последнее время Н. И. Колчиным [42] дано обобщение теории червячного зацепления с произвольным углом перекрещивания осей.

Переходя к выводам, можно утверждать, что советской школе ученых принадлежит ведущее место в науке по теории пространственных механизмов. Советскими учеными исчерпывающе изучена их структура, разработаны методы кинематического анализа пространственных механизмов различной степени сложности и даны общие решения их кинетостатики.

Значительно меньше в работах советских ученых развиты методы экспериментального анализа кинематики механизмов. Этому вопросу в ближайшие годы должно быть уделено особое внимание. Недостаточно также изучалась кинематика целых машин — машин-автоматов.

Очередными задачами в области изучения кинематики пространственных механизмов явится решение задач о положениях многозвенных пространственных механизмов, изучение вопросов их проворачиваемости и траекторий, описываемых отдельными точками звеньев.

Важным вопросом является также дальнейшее развитие теории червячных зацеплений. Недостаточно также изучены некоторые новые виды зацеплений (гипоидные колеса, конические спиральные колеса и т. д.). Необходимо продолжать изучение и кинематики пространственных кулачковых механизмов.

Обзор основных успехов советской школы за 30 лет в области кинематики плоских и пространственных механизмов показывает, что по этой проблеме советские ученые продвинулись значительно дальше иностранных ученых, дав обобщающие теории и разработав практические методы кинематического анализа плоских и пространственных механизмов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ассур Л. В., Исследование плоских стержневых механизмов с низшими парами с точки зрения их структуры и классификации, Изв. СПб Политехнического института, 1913—1918 гг.
2. Рабинович И. М., Кинематический метод в строительной механике, 1928.
- 3. Бруевич Н. Г., Применение векторных уравнений в кинематике плоских механизмов, Труды ВВА, 1935, № 10.
4. Артоболевский И. И., Структура, кинематика и кинетостатика многозвенных плоских механизмов, Москва, 1938.
5. Артоболевский И. И., О двух новых геометрических местах в кинематике плоских механизмов, ДАН СССР, т. 44, № 6.
6. Артоболевский И. И., Об эволютах шатунных кривых, ДАН СССР, т. 45, вып. 3.
7. Артоболевский И. И., Геометрические методы решения некоторых задач теории механизмов, Труды Семинара по ТМ и М АН СССР, т. 1, вып. 3, 1947.
8. Добровольский В. В., Применение точек Ассура к замкнутым цепям, Труды СТАНКИН, Сб. V, 1939.
9. Добровольский В. В., Построение траекторий для плоских шарнирных механизмов, Труды ВВА, Сб. 18, 1937.
10. Горячкин В. П., Земледельческая механика, Собр. соч., т. II.
11. Мерцалов Н. И., Зубчатая передача между пересекающимися осями, Москва, 1932.
12. Артоболевский И. И., Теория пространственных механизмов, Москва, 1937.
13. Артоболевский И. И., Об ускорениях механизмов в пространстве, изд. МХТИ, 1932.
14. Артоболевский И. И., Пространственные механизмы (теория и кинематический анализ), Техническая энциклопедия, т. 19.
15. Артоболевский И. И., Направляющие шарнирные механизмы, Техническая энциклопедия, т. 26.
16. Артоболевский И. И., Геометрические методы определения скоростей и ускорений пространственных механизмов, Труды ВВА, вып. 10, 1935.
17. Артоболевский И. И., Теория шестизвенных механизмов, Труды ВВА, вып. 8, 1935.
18. Артоболевский И. И., О структуре пространственных механизмов, Труды ВВА, вып. 10, 1935.
19. Артоболевский И. И., Геометрия сферического движения, Труды МИХМ, т. II, 1935.
20. Артоболевский И. И., Сложные сферические механизмы, «Вестник инженеров и техников», № 10, 1936.
21. Артоболевский И. И., Определение скоростей и ускорений пространственных механизмов 1-го порядка, Труды ВВА, № 18, 1937.

22. Баранов Г. Г., Кинематика пространственных механизмов, Труды ВВА, № 18, 1937.
23. Бруевич Н. Г., Кинематика простейших пространственных механизмов с парами V класса, Труды ВВА, № 18, 1937.
24. Бруевич Н. Г., Кинематика пространственных механизмов, Труды ВВА, № 22, 1937.
25. Шор Я. Б., Графические методы статики и кинематики сложных пространственных систем, Успехи математических наук, вып. 7, 1940.
26. Шор Я. Б., Об определении винтовых осей в пространственных механизмах, Прикладная математика и механика, т. V, вып. 2, 1941.
27. Диментберг Ф. М. и Шор Я. Б., Графическое решение задач пространственной механики при помощи построений на одной плоскости, Прикладная математика и механика, т. IV, вып. 5—6, 1940.
28. Натанзон В. Я., Кинематика и динамика бескрейшопного двигателя, Труды ЦИАМ, вып. 9, 1934.
29. Артоболевский И. И., Структура и кинематика механизмов с качающимися шайбами, Труды ВВА, вып. 15, 1936.
30. Добровольский В. В., Новая теория сферических механизмов, Труды СТАНКИН, Сб. VI, 1940.
31. Добровольский В. В., Основы теории сферических механизмов, Изв. ОТН АН СССР, № 1, 1940.
32. Добровольский В. В., О сферических шатунных кривых, Прикладная математика и механика, № 8, 1944.
33. Добровольский В. В., О точках Бурместера в сферическом движении, Прикладная математика и механика, т. IX, 1945.
34. Добровольский В. В., Метод сферических изображений в теории пространственных механизмов, Труды Семинара по ТМ и М АН СССР, т. III, вып. 11, 1947.
35. Тавхелидзе Д. С., К вопросу существования кривошипа и двух кривошипов в пространственных механизмах, Труды Семинара по ТМ и М АН СССР, т. III, вып. 9, 1947.
36. Кожевников С. Н., К вопросу о кинематике и синтезе пространственных кривошипно-коромысловых механизмов, Труды Семинара по ТМ и М АН СССР, т. IV, вып. 15.
37. Шор Я. Б., К кинематике сферических механизмов, Прикладная математика и механика, т. IV, вып. 1, 1940.
38. Шор Я. Б., О построении линейных скоростей в сферических механизмах, Прикладная математика и механика, т. IV, вып. 3, 1940.
39. Колчин Н. И., Болдырев В. В., Аналитическая теория современных зацеплений конических зубчатых колес, ОНТИ, 1937.
40. Добровольский В. В., О сферическом зацеплении, Труды Семинара по ТМ и М АН СССР, т. II, вып. 7, 1947.
41. Грубин А. Н., Червячное зацепление, Оргаметалл, 1936.
42. Колчин Н. И., Червячное зацепление с произвольным углом перекрещивания осей, Труды Семинара по ТМ и М АН СССР, т. III, вып. 9, 1947.

**„РАБОТНИКИ СОВЕТСКОЙ НАУКИ! ОБОГАЩАЙТЕ НАУКУ И ТЕХ-
НИКУ НОВЫМИ ИССЛЕДОВАНИЯМИ, ИЗОБРЕТЕНИЯМИ И ОТКРЫТИЯМИ!
СМЕЛО ИДИТЕ ПО ПУТИ НОВАТОРСТВА! РЕШИТЕЛЬНО ВНЕДРЯЙТЕ
ДОСТИЖЕНИЯ НАУКИ В ПРОИЗВОДСТВО!“**

(Из призывов ЦК ВКП (б)
к 30-й годовщине Великой
Октябрьской социалистиче-
ской революции)

ДОСТИЖЕНИЯ СОВЕТСКОЙ ШКОЛЫ В ОБЛАСТИ ПРОЧНОСТИ МЕТАЛЛОВ

Чл. корр. АН СССР И. А. ОДИНГ

Вряд ли можно сейчас указать еще одну столь актуальную машиностроительную проблему, как проблема прочности металлов. Актуальность последней обуславливается тем, что дальнейшее развитие конструкций машин в большом числе отраслей машиностроения зависит почти исключительно от успехов учения о прочности металлов. Конструкции энергетических установок (турбины паровые и газовые, паровые котлы, двигатели Дизеля и т. п.), транспортных (паровозы, вагоны, автомобили и т. п.) и многих других машин могли бы быть значительно более совершенными, если бы конструкторы всех этих очень важных для нашего народного хозяйства объектов получили возможность повысить допускаемые напряжения в ответственных узлах, увеличивать давление, температуру, скорости и тому подобные параметры, определяющие степень совершенства машин.

За последние десятилетия учение о прочности металлов в СССР сделало исключительно большие успехи. Достаточно сопоставить вес некоторых машин на единицу мощности, чтобы понять прогресс машиностроения и ту роль, которую в этом прогрессе сыграло учение о прочности металлов. Приведем несколько примеров, пользуясь усредненными данными: вес дизеля на 1 л. с. в 1900 г. составлял 250 кг, в 1913 г. — 150 кг, в 1936 г. — 60—50 кг, а вес самолетного дизеля на 1 л. с. теперь колеблется в пределах 1—1,3 кг. Вес паровой машины в 1915 г. на 1 л. с. был равен 50—40 кг, в 1933 г. — 8—10 кг. Вес самолетного поршневого двигателя братьев Райт достигал 20 кг; у современного самолетного двигателя он равен 0,3—0,4 кг на 1 л. с. Вес на 1 л. с. парово-электрического агрегата с 150 кг в 1905 г. снизился до 6—7 кг в 1938 г.

Необходимо отметить, что облегчение веса машины приводит не только к ее удешевлению, но и, как правило, снижает эксплуатационные расходы, повышая к. п. д., а также уменьшает стоимость здания, фундаментов, подъемных сооружений и т. п.

Учение о прочности металлов представляет собой часть многогранной науки о природе металлов, названной еще в прошлом столетии металлографией, а затем в связи с ее развитием переименованной в металловедение.

Общепризнанным основоположником металловедения являлся знаменитый русский ученый проф. Д. К. Чернов. Дальнейшему развитию этой науки в России и особенно в СССР мы обязаны трудам академиков А. А. Байкова и Н. С. Курнакова, создавшим свои школы металловедов. Их ученики, работающие в многочисленных научно-исследовательских институтах, вузах и заводских лабораториях, продолжают успешно развивать металловедение.

Металловедение решает задачи прочности металлов двумя путями: 1) созданием новых более прочных и совершенных сплавов и 2) разработкой методов более правильного и рационального использования уже освоенных в производстве конструкционных сплавов.

Широко развернувшиеся в СССР научно-исследовательские работы по созданию новых более прочных сортов конструкционных сплавов привели к чрезвычайно эффективным результатам. Достаточно указать, что среди применяемых сейчас в машиностроении сортов стали имеются такие, которые гарантируют предел прочности на растяжение, равный 200 кг/мм², тогда как техническое железо, которое является основой

для этой группы стали, имеет предел прочности на растяжение, равный 20 кг/мм². Таким образом путем легирования, термической и механической обработки оказалось возможным упрочнить сталь в 10 раз.

До сих пор наиболее высоким показателем прочности чугуна, внесенным в ГОСТ, является предел прочности на растяжение в 32 кг/мм² (СЧ 32-52 по ГОСТ В 1412—42). В данное время, в результате научной разработки технологических процессов легирования, модифицирования и специальной обработки чугуна, удалось достичь предела прочности на растяжение, превышающего 50 кг/мм². Между тем в 1915—1917 гг. предел прочности чугуна на растяжение не превышал 10—12 кг/мм².

Таким образом за тридцать лет существования советского государства нашим металловедам удалось повысить прочность чугуна в 4—5 раз.

Не менее разительны результаты научно-исследовательских работ по повышению прочности цветных и легких конструкционных сплавов. Например, уже в 1928 г. в Советском Союзе были разработаны высокопрочные сорта бронзы с пределом прочности на растяжение, превышающим 80 кг/мм², а затем освоено их производство. Так как основой этих сплавов является медь, а предел прочности на растяжение меди составляет примерно около 18 кг/мм², то легко видеть, что советские металлореды научились путем легирования меди и термической обработкой упрочнять медные сплавы в 4—4,5 раза.

Гарантийный предел прочности на растяжение алюминиевых сплавов в данное время определяется в 48—50 кг/мм², при пределе прочности на растяжение технически чистого алюминия равном около 6 кг/мм². Иначе говоря, и здесь достигнуто упрочнение в 8 раз.

Все успехи советской науки о металлах в области создания новых более прочных сортов конструкционных сплавов стали возможны лишь после Великой Октябрьской революции, благодаря неустанным заботам Советского правительства, партии и лично товарища Сталина о развитии научно-исследовательской работы и об освоении новой техники нашими заводами. Такое внимание к научно-исследовательской работе воодушевило наших ученых и инженеров, дало им возможность развернуть свои творческие способности и, дерзая, находить новые пути в создании высокопрочных сплавов. Здесь необходимо прежде всего отметить результаты трудов многочисленных лауреатов Сталинских премий, удостоенных этой высокой награды за научно-производственную работу в рассматриваемой здесь области. Среди лауреатов, ученых и инженеров следует упомянуть имена академиков А. А. Бочвара и Н. Т. Гудцова, профессоров А. Л. Бабошина, В. Буталова, С. М. Воронова, Т. А. Лебедева, Н. А. Минкевича, инженеров А. Д. Ассонова, Б. С. Мильмана, Н. А. Шамина, М. В. Приданцева, Ф. Ф. Химушина.

Идя по второму, не менее важному пути, советские ученые и инженеры стремятся более полно использовать уже освоенные в производстве конструкционные сплавы. Для этого детально изучается природа прочности металлов и определяются такие уточненные характеристики прочности, которые более полно отвечают условиям службы металла в машине или сооружении и, следовательно, позволяют более точно устанавливать величину допускаемых рабочих напряжений. Такое решение обычно позволяет уменьшить коэффициент запаса прочности, часто называемый «коэффициентом незнания», и этим повысить, нередко в весьма заметной степени, рабочие напряжения в машинах.

Достижения советской науки в этом направлении весьма существенны. Кратко остановимся на некоторых из них.

Исследования релаксации и ползучести металлов (ЦНИИТМАШ, ЛМЗ им. Сталина, ВИАМ, АН СССР и др.) позволили установить для ряда конструкционных сплавов характеристики прочно-

сти при повышенной температуре. Эти характеристики послужили основой для расчетов при создании энергетических машин и, кроме того, дали возможность разработать наиболее пригодные сорта крипоустойчивой и жаропрочной стали. Без этих данных было бы рискованно создавать паротурбинные установки для длительной работы при температурах, превышающих 500° , и было бы просто невозможно конструировать газотурбины и тому подобные машины с рабочей температурой до $800-1000^{\circ}$.

Кроме того, проведенные исследования помогли создать кинетическую теорию механизма релаксации и ползучести металлов (ЦНИИТМАШ). Это позволяет с большей точностью экстраполировать показатели, характеризующие способность металла к службе при высокой температуре, с несколько тысяч часов лабораторных испытаний на сотни тысяч часов службы металла в энергетических установках. Разработанные новые методы испытания релаксации и ползучести металлов — (ЦНИИТМАШ, АН СССР) дают возможность со значительным сокращением срока испытания находить наиболее эффективные показатели, определяющие способность металла к службе при повышенной температуре.

Здесь опять следует указать на работы академиков А. А. Бочвара и Н. Т. Гудцова, члена-корр. АН СССР И. А. Одина, профессоров Л. А. Глизмана, А. П. Гуляева, инженеров А. М. Борздыка, Д. Н. Видмана, Н. Н. Малинина, С. И. Матвеева, М. П. Марковец, Л. П. Никитиной, В. И. Смирнова и мн. др.

Широким фронтом ведутся в Советском Союзе исследования циклической прочности металлов, часто называемой еще и усталостной прочностью. Наиболее крупные достижения в этой области получены в лабораториях АН СССР, АН УССР, ленинградского завода «Электросила» им. Кирова, ЦНИИТМАШ, ВИАМ, ЦИАМ и др. Разработаны энергетические теории предельных напряжений при асимметричных циклах и сложнапряженных состояниях, в значительной степени уточняющие допускаемые напряжения в машиностроении. Весьма успешно решен ряд задач по циклической прочности металлических образцов с надрезами и другими концентраторами напряжения. Эти решения обнаружили, что в вопросах усталости металлов большое значение имеет величина показателя циклической вязкости. Оказалось, что для деталей, форма которых вызывает значительные концентрации напряжений, следует избирать материалом сплавы с большой циклической вязкостью. В этом случае величина предела усталости также имеет значение, но далеко не такое существенное, как циклическая вязкость.

Много работ было посвящено масштабному фактору. Для его изучения исследования на усталость пришлось вести на крупных образцах, — диаметром свыше 50 мм. В этой области еще нет единого взгляда на причины, порождающие снижение циклической прочности с увеличением диаметра образца. Тем не менее эффективная роль параметров резания при изготовлении образцов установлена сейчас довольно определенно. Это имеет большое практическое и принципиальное значение. Оно показывает, что обработка резцами (точение, фрезерование, строгание, шлифование и т. д.) не только придает металлу нужные форму и размеры, но и сообщает изделию определенные прочностные свойства.

Большие исследования по изучению влияния поверхностной обработки на циклическую прочность, выполненные в Советском Союзе, привели к исключительно интересным и важным для машиностроения результатам. Достаточно указать, что в ЦНИИТМАШ впервые удалось найти такой технологический процесс поверхностной термической обработки стали токами высокой частоты, который повысил циклическую прочность стали на 100%. Следует напомнить, что во всех опубликованных как в Советском Союзе, так и за рубежом работах о влиянии по-

верхностной термической обработки токами высокой частоты на циклическую прочность всегда отмечалось снижение предела усталости. Поэтому указанные результаты исследования имеют исключительное значение. Не менее важные данные получены там же при изучении влияния антикоррозийного азотирования на циклическую прочность. Оказалось, что азотирование, занимающее 1—1,5 часа, повышает предел усталости на 50% и больше.

Все эти достижения наряду с исследованиями влияния, которое оказывает на циклическую прочность обдувка дробью, обкатка роликом, цементация углеродом и другими элементами, а также режимы резания, — свидетельствуют о том, что в Советском Союзе зародилась новая наука — прочностная технология. Эта наука должна оказать весьма большое влияние на дальнейшее развитие машиностроения.

Обширный материал по характеристикам циклической прочности и вязкости различных сортов стали, чугуна, цветных и легких сплавов накоплен в наших многочисленных лабораториях и несомненно представляет значительную научную ценность.

Результаты многочисленных исследований проблемы циклической прочности металлов, проведенных в Советском Союзе, позволили создать новые системы определения допускаемых напряжений в машиностроении, помогающие обоснованно устанавливать запасы прочности при расчете деталей машин (Ленинградский политехнический институт; завода «Электросила»).

Все эти исследования проведены большим коллективом научных работников и инженеров. Среди них следует особо отметить работы действительных членов АН УССР Н. Н. Давиденкова и С. В. Серенсенца, членов корр. АН СССР И. А. Одингта, профессоров Л. А. Гликмана, М. М. Хрущева и Н. П. Шапова; инженеров Н. Н. Афанасьева, С. Жукова, Р. С. Кинасошвили, И. В. Кудрявцева, М. М. Саверина, Г. В. Ужика, Е. М. Шевандина и мн. др.

Необходимо еще кратко остановиться на проблеме контактной прочности, которая весьма родственна циклической прочности. Эта проблема приобрела сейчас особо актуальное значение в редукторостроении, в производстве червячных, глобоидных и других зацеплений, работающих с большими скоростями и передающих значительные мощности. Теоретические и экспериментальные изыскания академика Е. А. Чудакова, члена-корр. АН СССР Н. М. Беляева, проф. Х. Ф. Кетова (Ленинградский политехнический институт), инженеров А. И. Петрусевича (АН СССР), А. Н. Грубина, Я. И. Дикера, М. М. Саверина (ЦНИИТМАШ) и др. привели к весьма ценным результатам, позволившим в значительной мере повысить удельную мощность этих механизмов и объяснить некоторые особые явления, наблюдаемые при эксплуатации их.

Вопросами статической прочности металлов занимались лаборатории АН СССР, Ленинградского политехнического института, Сталинградский механический институт, ВИАМ и др. Среди решенных задач следует упомянуть нахождение связи между пределами текучести при растяжении, сжатии, изгибе и кручении. Было установлено, что на величину соотношений этих характеристик большое влияние оказывает форма поперечного сечения детали. Полученные решения позволяют более полно использовать прочностные свойства металлов при статическом действии сил.

Заслуживают внимания развиваемые в Союзе теории разрушения металлов путем отрыва и путем скольжения. Разработка этих теорий будет иметь большое значение для проблемы, как статической, так и динамической, и циклической прочности металлов.

В области исследований сложно-напряженного состояния следует отметить установленный закон сопротивления деформированию за преде-

лами текучести, согласно которому существует пропорциональность между главными касательными напряжениями и главными сдвигами.

Весьма серьезные задачи статической прочности решены академиком А. Ф. Иоффе, членом АН УССР Н. Н. Давиденковым, членом-корр. АН СССР И. А. Одингом, профессорами И. Н. Миролюбовым, Г. А. Смирновым-Аляевым, Я. Б. Фридманом и др.

В области ударной прочности металлов наибольшее число работ и важнейшие принципиальные решения получены в лабораториях АН СССР. Изучено явление хладноломкости металлов, условия перехода металла в хрупкое состояние при наличии концентраторов напряжений (выточки, надрезы, галтели), под влиянием низких температур и при высоких и сверхвысоких скоростях удара. Кроме того, создано учение об установлении запасов прочности при ударе, имеющее весьма большое практическое значение при проектировании ряда деталей машин.

Наиболее важные решения по вопросам ударной прочности металлов получены действ. членом АН УССР Н. Н. Давиденковым и его учениками Ф. Ф. Витманом, Е. М. Шевандиным, Г. П. Зайцевой и др.

Большие работы ведутся в Союзе по изучению внутренних (технологических) напряжений. Нужно отметить, что первая капитальная работа по этой проблеме была опубликована русским металлургом Н. В. Калакуцким (1831—1889 гг.), который первый разработал метод определения остаточных напряжений в крупных цилиндрических поковках и отливках. Дальнейшее широкое изучение внутренних напряжений началось после 1920 г. в связи с развитием строительства энергетических и других крупных машин. Наиболее интересные работы проводились в лабораториях АН СССР, на ленинградских заводах «Электросила» им. Кирова, им. Сталина, в ЦНИИТМАШ, ВИАМ и др. Разработан метод определения остаточных напряжений в тонкостенных трубах, который в значительной степени уточняет и дополняет известный метод Закса. Исследованы остаточные напряжения в крупных поковках энергетических машин (роторных валах турбогенераторов, турбинных дисках и т. п.). Результаты этих исследований позволили разработать оптимальные режимы термической обработки этих деталей, что привело к весьма разительным результатам: в Советском Союзе ни один турбороторный вал или турбинный диск не потерпел аварии, чем не может похвастаться ни одна зарубежная фирма, изготавливающая эти машины. Изучены остаточные напряжения, возникающие при различных видах термической и химикотермической обработки, при волочении, прокатке, точении, шлифовании и т. п. Ценные результаты этих исследований позволяют во многих случаях внести существенные коррективы в режимы технологических процессов. Исследования остаточных напряжений, проводимые в Советском Союзе, вошли уже в такую фазу, которая разрешает поставить вопрос об использовании остаточных напряжений для повышения прочности деталей машин. Этим открываются весьма заманчивые перспективы по использованию новых прочностных ресурсов в машиностроении.

Наиболее крупные исследования внутренних напряжений принадлежат действ. члену АН УССР Н. Н. Давиденкову, члену-корр. АН СССР И. А. Одингу, профессорам Ф. Ф. Витману, Л. А. Гликману, И. Е. Конторовичу и др.

В решении прочностных задач большое значение приобрели экспериментальные методы определения напряжений в расчетных сечениях деталей машин. Самый распространенный из них—оптический метод исследований напряжений в поляризованном свете на прозрачных моделях. Разработанный еще в начале этого столетия проф. В. Л. Кирпичевым, а затем его учеником А. К. Зайцевым оптический метод начал широко внедряться в промышленность в 30-х годах этого столетия благодаря огромной организационной и научной работе, проведенной Л. М. Про-

кофьевой-Михайловской (Ленинградский государственный университет) и ее учениками Н. И. Лехницким, Н. Н. Лебедевым, С. П. Шихобаловым и др. За последнее время больших успехов добился проф. Н. И. Пригоровский (АН СССР), разработавший, во-первых, для изготовления моделей оптически активный материал — висхмлит и, во-вторых, — метод исследования напряжений в пространственных моделях.

Перечисленные выше основные задачи, входящие в проблему прочности металлов и решенные советскими инженерами и научными работниками, представляют собой весьма солидный вклад в мировую техническую науку. Поэтому вполне естественно, что за достижениями советских исследователей внимательно следят зарубежные ученые, широко комментируя ряд наиболее принципиальных решений. Столь крупные успехи советской науки о прочности металлов объясняются тем, что советским исследователям предоставлена возможность вести свои работы в тесной связи с производственными машиностроителями и металлургами. Такая тесная связь с промышленностью, с одной стороны, подсказывает исследователям наиболее актуальные темы, а с другой — обеспечивает проведение научных тем в наиболее благоприятных условиях и в короткие сроки. Кроме этого, успехи советской науки о прочности металлов объясняются еще и тесной связью советских исследователей с учеными, работающими в области физики и химии металлов и металлических сплавов. Эта связь взаимно полезна, и плодами ее являются многие специальные работы, имеющие большое влияние на решение основных задач проблемы прочности металлов.

Здесь следует указать на работы члена-корр. АН СССР С. Т. Конобеевского (МГУ им. Ломоносова), приведших к новым представлениям о процессе пластической деформации металлов; работы члена-корр. АН СССР В. Д. Кузнецовой (Сибирский физико-технический институт), имеющие большое значение в решении проблемы износа металла и процесса снятия с металла стружки; работы члена-корр. АН СССР Н. И. Френкеля (Ленинградский политехнический институт), Т. А. Конторовой и Н. Н. Афанасьева (АН УССР), применивших при решении прочностных задач принципы статистической физики; работы члена-корр. АН СССР Н. В. Агеева (АН СССР, ЦНИИТМАШ) по изучению электронной плотности металлов; работы проф. С. Т. Кишкина (ВИАМ) по созданию новой теории упрочнения стали; наконец, работы проф. Н. П. Шапова (ЦНИИТ) по обработке результатов исследования металлов статистическим способом (метод больших чисел). Только этого перечня работ достаточно для того, чтобы понять, с какой глубиной решаются задачи прочности металлов в Советском Союзе. Вместе с тем советские металловеды не забывают и вопросов хозяйственного значения. Таковы, например, работы члена-корр. АН СССР Г. В. Акимова по созданию единой спецификации металлических материалов для машиностроения, которая может иметь большое значение при упорядочении металлического хозяйства страны.

Наш краткий обзор развития в СССР учения о прочности металлов был бы неполным, если бы обошли достижения по созданию машин и приборов, необходимых для решения задач прочности металлов.

В царской России, как известно, машиностроение было в зачаточном состоянии. Тем не менее лучшая испытательная машина — пресс Гагарина, которая приводила в восторг иностранных специалистов, строилась в России, правда, в весьма ограниченном количестве. В течение 1942—1945 гг. лауреаты Сталинской премии И. В. Кудрявцев и М. И. Чулошников (ЦНИИТМАШ) создали серию еще более совершенных машин (ИМ-4А, ИМ-4Р и ИМ-12Р), которые значительно превзошли пресс Гагарина.

Первые измерения микротвердости металлов были произведены Д. Н. Видманом (ЦНИИТМАШ). Позднее проф. М. М. Хрущову и инж.

Е. С. Берковичу (АН СССР) удалось разработать весьма совершенную конструкцию прибора для подобных измерений, за которую им присуждена Сталинская премия.

Машины для испытания металлов на ползучесть методом растяжения (Б. А. Сперанский — ЦНИИТМАШ) и специальным методом (ЦНИИТМАШ) после многолетней проверки оказались вполне удовлетворительными и сейчас изготавливаются мелкосерийными партиями.

Наконец, особого внимания заслуживают машины для испытания на усталость, разработанные В. К. Доберером (завод «Электросила»), акад. С. В. Серенсеном (АН УССР), И. В. Кудрявцевым (ЦНИИТМАШ) и др.

Создан также ряд приборов для измерения деформаций, напряжений и усилий в деталях машин. Угольные тензометры ЦНИИТМАШ (Г. И. Александров), электромагнитные тензометры АН СССР (Г. Л. Шнирман), электроизмерительная аппаратура с проволоочными датчиками сопротивления (АН СССР, ЦНИИТМАШ, ЦАГИ, ЛМЗ им. Сталина и др.) с большим успехом применяются советскими машиностроителями для анализа силовых условий при работе машин.

Наука о прочности металлов соприкасается с многими родственными областями науки, которые обогащают ее в чрезвычайно большой степени. Таковы, например, теория упругости и теория пластичности, в области которых наша страна имеет такие блестящие имена, как академиков Б. Г. Галеркина, Н. И. Мусхелишвили, А. Н. Динника, С. А. Христиановича, Л. С. Лейбензон, членов-корр. АН СССР П. Ф. Папковича, А. А. Ильюшина, Н. М. Беляева, В. В. Соколовского.

Наш краткий обзор дает представление о том, какой размах получила наука о прочности металлов в нашей стране за тридцать лет после Великой Октябрьской революции и каких успехов она достигла, став в этом отношении в один ряд с технически передовыми зарубежными странами. Однако советские ученые не остановятся на достигнутом и будут с энтузиазмом работать, выдвигая нашу науку на первое место. Указание нашего вождя товарища И. В. Сталина о необходимости не только догнать, но и перегнать все капиталистические страны советской наукой будет выполнено.

**„СЛАВА РАБОЧИМ И РАБОТНИЦАМ, ИНЖЕНЕРАМ И ТЕХНИКАМ
ПРЕДПРИЯТИЙ, ДОСРОЧНО ВЫПОЛНИВШИМ ПЛАН ВТОРОГО ГОДА
ПОСЛЕВОЕННОЙ ПЯТИЛЕТКИ!“**

(Из призывов ЦК ВКП(б)
к 30-й годовщине Великой
Октябрьской социалистиче-
ской революции)

Трещины в отливках из быстрорежущей стали и методы их устранения

Канд. техн. наук И. А. РЕВИС, канд. техн. наук И. С. КВАТЕР,
инж. В. Ф. АРТЕМЬЕВ и инж. П. С. ПЕРШИН

При освоении литого инструмента была проведена значительная экспериментальная работа по борьбе с браком и получению качественного инструментального литья из быстрорежущей стали. Литейные свойства этой стали резко отличаются от свойств машиностроительной углеродистой стали. Практика показала, что нельзя механически переносить законы кристаллизации углеродистого стального литья на кристаллизацию быстрорежущей стали.

При некотором упрощении быстрорежущую сталь можно рассматривать как сплав, состоящий из трех компонентов Fe — W — C. Хром и ванадий, входящие в состав, можно принять как элементы, заменяющие известную долю вольфрама. Эти элементы имеют одинаковую кристаллическую решетку, дают с углеродом простые и сложные устойчивые карбиды.

На рис. 1 дана тройная диаграмма Fe — W — C, разработанная Такеда. Рассматриваемая нами сталь с 18% W и 4% Cr лежит в области $P'_3 O'_3 E'_1$. Более наглядное представление о происходящих превращениях в этой стали дает псевдобинарная диаграмма (рис. 2). Обе диаграммы показывают, что кристаллизация из жидкой фазы начинается выделением кристаллов твердого раствора δ .

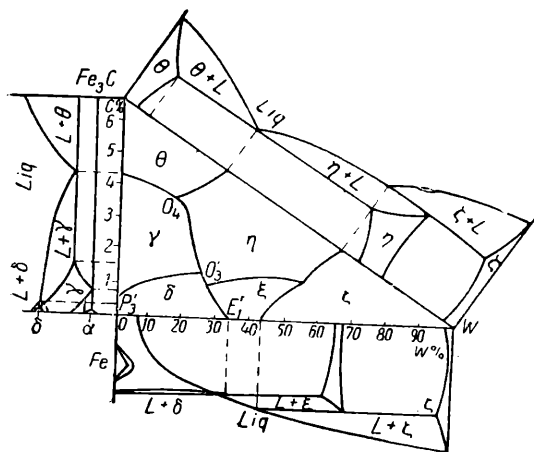


Рис. 1. Тройная диаграмма Такеда

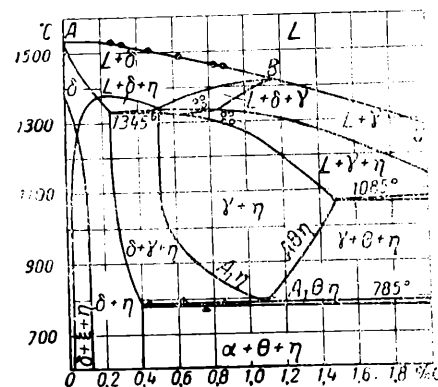


Рис. 2. Псевдобинарная диаграмма

Такеда отмечает, что твердый раствор δ выделяется до тех пор, пока жидкость не примет концентрации, соответствующей линии $P_3 O_3$, после чего начинается перитектическая реакция твердого раствора δ с жидкостью, причем образуется твердый раствор γ . По мнению автора, эта реакция идет до окончательного исчезновения δ -фазы.¹ Но

иногда состав жидкости достигает концентрации, соответствующей точке O_3' до окончания перитектической реакции; тогда образование эвтектики начинается раньше, чем пропадает δ -фаза, что зависит от скорости охлаждения сплава. В узком участке, соответствующем температуре около 1345° , в равновесии находятся четыре фазы — жидкость, δ , γ и карбидные фазы.

Переход через узкий участок температур стали с четырьмя фазами, одной из которых является δ -фаза, при дальнейшем охлаждении связан с превращением δ -фазы в γ -фазу. Этим превращением ($\delta \rightarrow \gamma$) быстрорежущая сталь существенно отличается от обычной углеродистой. Превращение $\delta \rightarrow \gamma$ связано с изменением кристаллической решетки, что влечет за собою сокращение объема металла. Это изменение объема при фазовых превращениях вызывает образование трещин, характерных для быстрорежущей стали.



Рис. 3. Прибыль пальцевой фрезы с характерными фазовыми трещинами



Рис. 4. Прибыль обычной отливки из углеродистой стали

Обычно эти трещины берут свое начало от усадочных раковин и располагаются несколько ниже их в тех местах, где превращения происходят в последнюю очередь, т. е. в прибылях отливок. Каждая прибыль отливки сопровождается такой трещиной. На рис. 3 показана одна из прибылей пальцевой фрезы; для сравнения на рис. 4 приводится прибыль подобной отливки из углеродистой стали с усадочной раковиной, но без трещин. При отсутствии прибыли трещины из быстрорежущей стали в какой-то форме обязательно получаются в самой отливке.

На рис. 5 показан литой зенкер отлитый без прибыли в первый период освоения литого инструмента. В плоскости излома зенкера видна радиальная трещина, вызванная фазовыми превращениями. Такие трещины идут от усадочных раковин и распространяются настолько глубоко, что нередко поражают детали даже при наличии прибыли. Одна из таких деталей — конусная развертка — показана на рис. 6. Попытки устранить эти дефекты увеличением прибыли привели к увеличению трещин в самом инструменте, так как с ростом общей массы отливки растет и время перехода δ -фазы в γ -фазу и в прибыли, и в отливке. Трещины в прибылях распространяются с определенной закономерностью, — углубляясь пропорционально высоте последних.

В начале освоения литого инструмента, когда происхождение и методы борьбы с такими дефектами были неизвестны, такие трещи-

ны ошибочно принимались за усадочные, но ряд экспериментов подтвердил, что эти трещины являются результатом фазовых превращений.

Опишем некоторые из этих работ. Технология стопочной отливки торцевых фрез (по 3 фрезы в стопе) имела ряд недостатков; невысокий выход годного вследствие большой прибыли, наличие искусственного перешейка между фрезами, отсутствие центрального отверстия и повышенный процент брака в связи с засорением, намыванием и просечками по профилю зуба в результате большого ферростатического напора. Трещины концентрировались в прибыли, но при малейшем нарушении технологического процесса (заливка форм сталью с повышенной температурой, недолив прибыли) они появлялись на верхней фрезе стопы. При переходе на более рациональную технологию отливки торцевых фрез со сфероидальными прибылями, с литым центровым отверстием и с выточкой (рис. 7) появились трещины, которые глубоко проникали в тело детали. Объясняя появление трещин малой подат-

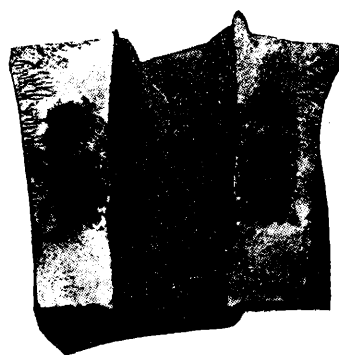


Рис. 5. Излом зенкера, отлитого без прибыли, с характерными фазовыми трещинами

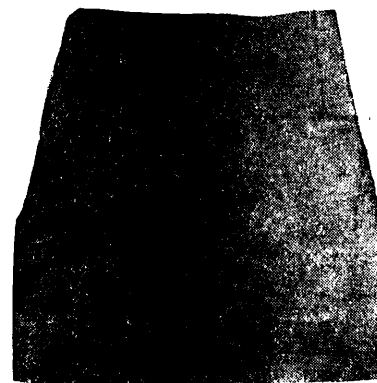


Рис. 6. Разрез отливки конусной развертки с характерной фазовой трещиной

ливостью стержня, испытали ряд составов, обеспечивающих большую податливость; однако и эта мера ничего не дала, так как трещины вызвались иными факторами.

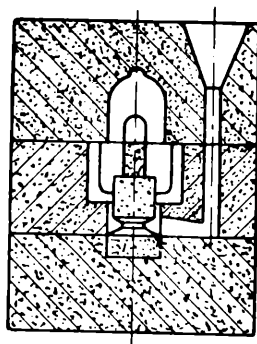


Рис. 7. Схема технологии отливки торцевых фрез

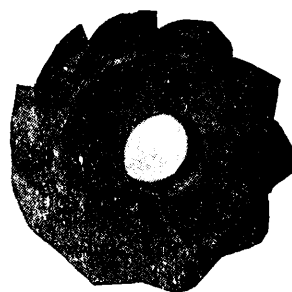


Рис. 8. Разрез отливки торцевой фрезы, залитой при низкой температуре металла с радиальными трещинами

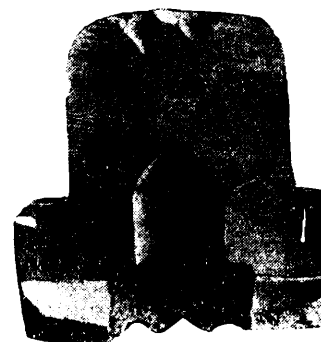


Рис. 9. Разрез отливки торцевой фрезы, залитой при высокой температуре

Далее исследовали влияние температуры стали при заливке на образование трещин, фрезы заливали сталью с температурой около 1400 вместо 1440° (по технологии). На рис. 8 показана разрезанная

фрезы, отлитая при низкой температуре заливки. Трещина и здесь оказалась расположенной ниже усадочной раковины. Опытная заливка фрез сталью с температурой 1480° привела к более резким трещинам (рис. 9). Эти опыты установили, что температура стали во время заливки не является решающим фактором в образовании трещин.

Затем было изучено влияние на образование трещин утепления прибыли. Модель сфероидальной прибыли аккуратно обкладывали предварительно смоченным асбестовым листом толщиной 2—3 мм. Стержень прибыли набивали формовочной смесью и сушили по нормальному режиму. Для выхода из прибыли газов стержень имел несколько сквозных наколов. Рис. 10 иллюстрирует разрезанную отливку с утепленной прибылью. Усадочная раковина здесь отсутству-

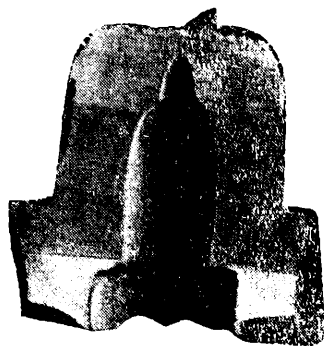


Рис. 10. Разрез отливки торцевой фрезы с утепленной прибылью

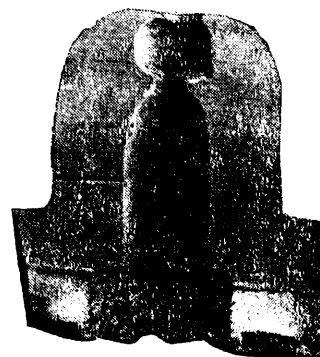


Рис. 11. Разрез отливки торцевой фрезы, залитой быстрорежущей сталью с 1,45% С (трещины отсутствуют)

ет вследствие деформации сферы прибыли, но трещины, находящиеся в центре отверстия, тем не менее имеют тот же характер и входят в тело отливки. Увеличение прибылей не предотвратило образования трещин. Серия таких опытов и тщательное изучение характера трещин позволили заключить, что эти трещины связаны с $\delta \rightarrow \gamma$ -фазовым превращением. Чтобы миновать δ -фазу и вызвать начало кристаллизации с образованием γ -кристаллов твердого раствора, необходимо увеличить содержание углерода в стали (рис. 1). В последующем опыте содержание углерода в быстрорежущей стали повысили до 1,45% и этой сталью залили ту же торцевую фрезу. Разрезанная отливка (рис. 11) имела несколько увеличенную усадочную раковину, причем трещины в отливке отсутствовали.

Глубокие трещины, показанные на рис. 6, были характерны для конусных фрез. Однако, эти же фрезы, залитые быстрорежущей сталью с повышенным содержанием углерода (до 1,4%), трещин не имели. Эти опыты повторялись несколько раз, и во всех случаях трещины отсутствовали.

Чтобы исследовать закономерность возникновения трещин из-за фазовых превращений $\delta \rightarrow \gamma$ в зависимости от содержания углерода в стали, была проведена серия опытов. Шары диам. 120 мм заливали быстрорежущей сталью с различным содержанием углерода: 0,8; 1,0; 1,2 и 1,6%.

Шар, залитый сталью с 0,8% С, имел характерную трещину. Усадка в нем произошла за счет деформации верхней сферы отливки; поэтому внутри шара усадочная раковина отсутствовала. В последующих плавках, проведенных для получения шаров с нормальной сферой, верхняя часть шара охлаждалась холодильником.

В шаре из стали с 1,0% С трещины расположились в центре его, т. е. в области, в которой превращение протекает в последнюю очередь. Шар, залитый сталью с 1,2% С, имел значительно меньшую, слабо развитую трещину; наконец, при отливке шара из стали с 1,6% С трещин в нем не было; это можно объяснить тем, что кристаллизация в данном случае начиналась образованием кристаллов твердого раствора. Шар из обычной углеродистой стали вовсе не имел трещин. Изложенные данные подтверждают, что трещины появляются в результате фазовых превращений.

Можно представить механизм образования фазовых трещин в следующем виде. Поскольку форма имеет большую поверхность, кристаллизация начинается в ней в первую очередь и протекает с большей скоростью, чем в прибыли. Фазовые превращения, сопровождаемые изменением объема в 4-фазном участке, начинаются раньше всего в теле самой отливки, причем питание отливки происходит за счет жидкого металла из прибыли. В последнюю очередь $\delta \rightarrow \gamma$ -фазовые превращения происходят в прибыли. При большем температурном перепаде в месте перехода прибыли к отливке последние фазовые превращения при отсутствии пополняющей жидкой фазы будут проходить в самом горячем месте прибыли, после того как пройдет фазовое превращение в теле отливки,—и на переходе от тела отливки к прибыли. В этом случае трещины будут располагаться только в прибыли, как и при отливке дисковых фрез.

При небольшом температурном перепаде последние фазовые превращения без пополняющей жидкой фазы проходят одновременно в прибыли и на переходе прибыли в отливку, причем трещины распространяются из прибыли в отливку. По такому принципу кристаллизуются торцевые, конусные и пальцевые фрезы (рис. 6).

Правильность описанного механизма $\delta \rightarrow \gamma$ -фазовых превращений подтверждается следующим примером. Залитые быстрорежущей сталью болванки опрокидывались через различные промежутки времени (до полной их кристаллизации). Первая болванка была опрокинута спустя 2 мин. после заливки. За этот промежуток времени корковый слой не успел образоваться, и в форме остался только тонкий 1,5—2-мм слой донышка болванки. Вторую болванку опрокинули спустя 3 мин. На рис. 12, а показан остаток затвердевшего коркового слоя. Вследствие большой разницы температур жидкой быстрорежущей стали и формы кристаллизация и фазовые превращения в этом слое проходили с большой скоростью, и объем при фазовых превращениях пополнялся за счет внутренней жидкой фазы. Третья болванка была опрокинута спустя 4,5 мин. (рис. 12, б). Температура жидкой стали в ней при опрокидывании была близка к критической, и сталь имела настолько плохую текучесть, что не представлялось возможным вылить жидкость из нижней части болванки.

В данном случае, помимо коркового слоя, имеем нарастание зоны направленных шестоватых кристаллов. Объем при фазовых превращениях этого слоя также пополняется параллельно с кристаллизацией за счет внутренней жидкой фазы. Наконец, наступает момент кристаллизации третьей, центральной зоны болванки. По температуре жидкости можно заключить, что кристаллизация этой зоны протекает в короткий срок, причем пополняющая жидкость при фазовых превращениях этой зоны отсутствует и фазовые трещины располагаются по границе второй и третьей зон. Такое расположение трещин наблюдается во всех болванках из быстрорежущей стали.

Все это позволяет определить и методы борьбы с фазовыми трещинами в инструменте, у которого кристаллизация идет в условиях

недостаточного перепада температур в местах перехода прибыли в отливку.

В этих местах необходимо создать такие условия охлаждения, чтобы $\delta \rightarrow \gamma$ -фазовые превращения протекали здесь одновременно с превращением в самой отливке или с небольшим отставанием. Отставание же кристаллизации прибыли должно быть таким, чтобы фазовое уменьшение объема отливки и перехода отливки в прибыль все время компенсировалось жидкостью прибыли. Фазовые превращения в металле прибыли должны протекать в самую последнюю очередь, когда в отливке и на переходе к прибыли они уже завершились. Опыт показал, что для соблюдения этих условий при отливке торцевых фрез диам. 90, 100 и 120 мм необходимо на перехо-



Рис. 12. Разрез отливки из быстрорежущей стали; продолжительность кристаллизации
а — 3 мин.; б — 4,5 мин.

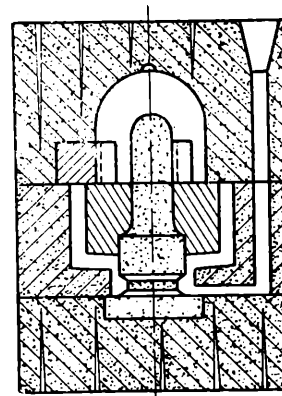


Рис. 13. Схема технологии отливки торцевых фрез при применении холодильника.

де от отливки к прибыли установить холодильники, при помощи которых выравнивается скорость кристаллизации в этом месте, где обычно трещина подымается вверх в прибыль. Таким образом были окончательно изжиты трещины на торцевых фрезях (рис. 13).

Количество холодильников устанавливается в зависимости от формы инструмента. Однако излишне резкое охлаждение может привести к тому, что $\delta \rightarrow \gamma$ -фазовые превращения на переходе от тела отливки к прибыли пройдут раньше, чем в детали, и тогда неизбежно образуются трещины в ней. Резкое охлаждение может, помимо трещин, вызвать и вторичные усадочные раковины. При недостаточном же охлаждении на переходе прибыли в отливку могут получаться трещины.

Описанным методом были ликвидированы также трещины конусного инструмента. На верхней цилиндрической части отливки помещали два холодильника—полукольца, а по конусной периферии—два яруса холодильников. Такой же метод с успехом применили при освоении пальцевых фрез (модуль 50, 52, 59 и 60).

Таким образом вследствие высокой легированности быстрорежущей литой стали в ней при кристаллизации из жидкого состояния происходят $\delta \rightarrow \gamma$ -фазовые превращения, вызывающие изменение объема, а вместе с тем и образование трещин.

Меры борьбы с этими трещинами заключаются в том, чтобы создать такие условия $\delta \rightarrow \gamma$ -фазовых превращений в отливке и на переходе отливки в прибыль, при которых превращения в этих местах значительно опережали бы фазовые превращения в металле прибыли. Объем при фазовых превращениях должен пополняться из прибыли, а потому в ней превращения должны происходить в последнюю очередь. Для этих целей рекомендуется широко применять охлаждение.

При появлении трещин в отливке не следует увеличивать прибыль, так как это мероприятие не гарантирует их устранения.

Вопросы скоростного фрезерования

Д-р техн. наук, проф. Н. И. РЕЗНИКОВ

Скоростное фрезерование за последние два года прошло у нас стадию экспериментальных исследований в области геометрии инструмента, режимов резания и опытного внедрения в заводскую практику. На заводах и в научно-исследовательских лабораториях созданы конструкции аксиально-лобовых, концевых, трехсторонних дисковых и других фрез, которые дают возможность внедрять скоростное резание в тех или других конкретных условиях. Применительно к этим же условиям найдены законы скорости резания, позволяющие решать задачу о рациональных технологических режимах.

Отдельные исследования характеризуются своими параметрами, важнейшими из которых являются: род обрабатываемого материала, материал, конструкция и геометрия инструмента, геометрия процесса, диапазон применявшихся режимов резания.

Чтобы сделать сравнимыми различные исследования и иметь возможность обобщать их результаты, необходимо установить теоретические взгляды и обоснования, относящиеся прежде всего к двум важнейшим компонентам скоростного резания, а именно: к геометрии инструмента и процесса, а также к скорости резания.

Геометрия инструмента и процесса при скоростном торцевом фрезеровании. Фрезерование стали при скоростях 150 — 300 м/мин инструментами из твердых сплавов титановольфрамового типа (Т15К6, Фирсайт Т-16 и др.) неразрывно связано с применением особой геометрии лезвия, в частности отрицательных передних углов γ . Уже на первых этапах исследования возник вопрос о методах получения подобных углов при помощи различных комбинаций осевых γ_{oc} и радиальных γ_{rad} углов с главным углом в плане φ .

Как известно, указанные углы связаны формулой

$$\operatorname{tg} \gamma = \operatorname{tg} \gamma_{rad} \cdot \sin \varphi + \operatorname{tg} \gamma_{oc} \cdot \cos \varphi. \quad (1)$$

Исследование и практика показали, что применение отрицательных передних углов порядка от 10 до 12°, дающих примерно на 30% большие углы заострения по сравнению с положительными передними углами той же абсолютной величины, вполне обеспечивает прочность лезвия даже из более хрупких твердых сплавов — титановольфрамового типа. Исходя из $\gamma = -12^\circ$ и принимая $\gamma_{rad} = \gamma_{oc}$ при $\varphi = 75^\circ$, можно прийти к углам γ_{rad} и γ_{oc} , определяемым из формулы

$$\operatorname{tg} \gamma_{rad} = \operatorname{tg} \gamma_{oc} = \frac{\operatorname{tg} \gamma}{\sin \varphi + \cos \varphi} = \frac{\operatorname{tg} (-12^\circ)}{\sin 75^\circ + \cos 75^\circ} = \operatorname{tg} (-10^\circ).$$

Таким путем были получены наиболее распространенные в нашей и в американской практике углы, в осевом и радиальном направлениях равные -10° . Однако вряд ли можно считать это решение универсальным.

По исследованиям канд. техн. наук А. В. Щеголева и инж. В. И. Ткачевского (НИИ) при обработке Ст-40 (твердость $180 H_B$) оптимальными углами являются: $\gamma_{rad} = -5^\circ$; $\gamma_{oc} = 0$; при обработке легированной стали ОХМ (хромомолибденовой $220 - 270 H_B$) такими углами являются $\gamma_{rad} =$ от 0 до -5° ; $\gamma_{oc} = -5^\circ$.

По исследованиям Meyer and Archibald для мягкой стали $< 100 H_B$ оптимальные углы будут: $\gamma_{oc} = \gamma_{rad} = -5^\circ$, для средней и твердой сталей $140 - 320 H_B$ они будут: $\gamma_{oc} = -10^\circ$; $\gamma_{rad} = -15^\circ$.

Данные относятся к углу $\varphi = 60^\circ$, что по формуле (1) приводит к численным значениям переднего угла соответственно равным: $\gamma \approx -7^\circ$ и $\gamma \approx -18^\circ$.

Аналогичные исследования проведены на заводе им. Фрунзе с участием автора¹, при обработке легированных сталей 38ХА с следующей характеристикой: 0,34—0,42% С; 0,8—1,10% Сг; $\sigma_b = 95$; $\delta = 12\%$; 310 H_B (заводская марка ЭХТ) и 18ХНВА с характеристикой: 0,14—0,21% С; 1,35—1,65% Сг; 4,0—4,5% Ni; 0,45% Мо; $\sigma_b = 115$; $\delta = 11\%$; 380 H_B (заводская марка 53А1).

Результаты показали, что оптимальными будут углы: при $s_z < 0,1$ угол $\gamma_{oc} = \gamma_{rad} = -10^\circ$ и при $s_z \geq 0,1$ угол $\gamma_{oc} = -15^\circ$; $\gamma_{rad} = -5^\circ$.

При $\varphi = 75^\circ$ это дает в первом случае $\gamma \approx -12^\circ$; $\lambda = +7^\circ$ и во втором: $\gamma \approx -9^\circ$; $\lambda = +16^\circ$.

Приведенные значения для углов, рекомендуемые разными исследователями, различаются между собой не только величиной передних углов, но и углом наклона λ главной режущей кромки, т. е. углом между главной режущей кромкой и осевой плоскостью фрезы, проходящей через вершину резца. Этот угол определяется из формулы:

$$\operatorname{tg} \lambda = \operatorname{tg} \gamma_{rad} \cdot \cos \varphi - \operatorname{tg} \gamma_{oc} \cdot \sin \varphi.$$

Угол λ считается положительным, когда главная режущая кромка отклонена от осевой плоскости вперед, в сторону движения фрезы, и отрицательным — в противоположном случае. Этот угол также играет существенную роль в процессе резания, влияя на расположение первоначальной точки встречи передней грани ножа с изделием (рис. 1 и 2).

Если нож фрезы не имеет переходного лезвия (фаски), то первоначальная встреча его с изделием может произойти в одной из четырех точек S , T , U и V , либо по сторонам или по всей площади параллелограмма $STUV$, построенного на подаче s_z , как на основании, при высоте, равной глубине t . Если бы плоскость, ограничивающая боковую поверхность обрабатываемого изделия со стороны входа фрезы, совпадала с осевой ее плоскостью, идущей в точку входа, то первоначальный контакт определялся бы только углами λ и γ_{rad} . В общем же случае, когда обрабатывается изделие ограниченное, со стороны входа фрезы вертикальной плоскостью, параллельной оси фрезы, точка первоначальной встречи зависит не только от углов λ и γ_{rad} , но и от угла встречи ε . Величина этого угла при обычном расположении, показанном на рис. 1, определяется из формулы

$$\sin \varepsilon = 1 - \frac{2c_0}{D}. \quad (2)$$

Вопросу о влиянии расположения изделия относительно фрезы на условия резания и стойкость уделяется большое внимание в новей-

¹ Ответственный исполнитель работы инж. Б. А. Константинов.

ших американских исследованиях. Инженер Lucht провел специальное исследование, чтобы выяснить характер влияния угла ϕ (равного $90^\circ - \epsilon$) на стойкость — в связи с точкой первоначальной встречи фрезы с изделием. Наибольшая стойкость получилась при угле ϕ в пределах $71-100^\circ$. Угол встречи ϵ равен от $+19$ до -10° при $\gamma_{rad} = \gamma_{oc} = -10^\circ$; $\phi = 75^\circ$ и $t \approx 4$ мм. Переходное лезвие имело размеры $0,8 \times 45^\circ$; обрабатываемый материал — сталь SAE 10—45, 190—200 HВ; $v = 150$ м/мин; $s_z = 0,21-0,37$ мм/зуб. Стойкость по сравнению с $\phi = 10^\circ$ (при этом $\epsilon = 80^\circ$) увеличивалась в 4—5 раз. Это, как показало исследование при помощи специальной модели, связано с наличием *U*-контакта в начале работы фрезы, что является наиболее благоприятным для стойкости. Аналогичное исследование проведено д-ром М. Кроненбергом. Последний также построил модель для выяснения условий первоначального контакта и дал аналитические со-

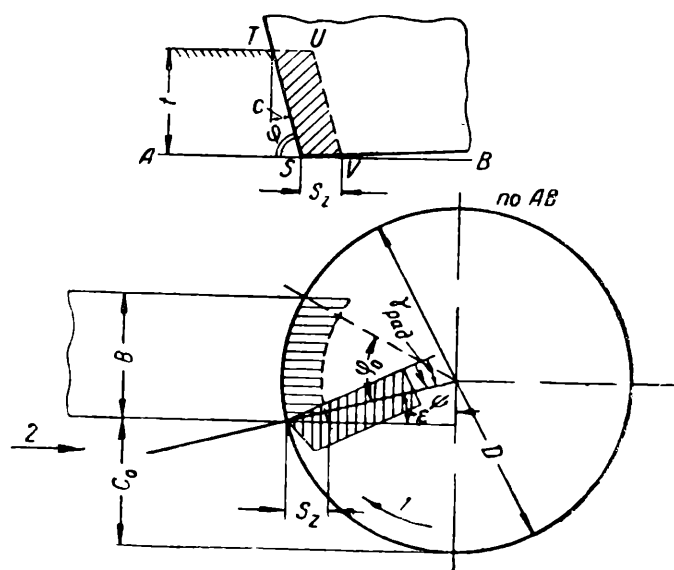


Рис. 1

отношения, определяющие эти условия для случая зубьев без переходного (фасочного) лезвия. Согласно Кроненбергу, условия для *U*-контакта выражаются следующими неравенствами:

$$\gamma_{rad} < \epsilon \text{ и } c < i.$$

Здесь i — проекция угла i' (рис. 2) между направлением, параллельным оси фрезы, и линией пересечения LM передней грани P ножа с „плоскостью встречи“ Q изделия на осевую плоскость, проходящую через вершину ножа;

c — проекция на ту же плоскость угла c' , равная $90^\circ - \phi$. Угол i определяется из соотношения

$$\operatorname{tg} i = \frac{\operatorname{tg} \gamma_{oc}}{\operatorname{tg} \gamma_{rad} - \operatorname{tg} \epsilon}.$$

Условия для *V*-контакта выражаются неравенствами: $\gamma_{rad} < \epsilon$ и $c > i$.

Аналогичные соотношения даны для других случаев. Для ножа с переходным лезвием Кроненберг дает лишь графическое решение.

Аналитический метод решения задачи о первоначальной точке встречи автором статьи распространен и на фрезу с переходным лез-

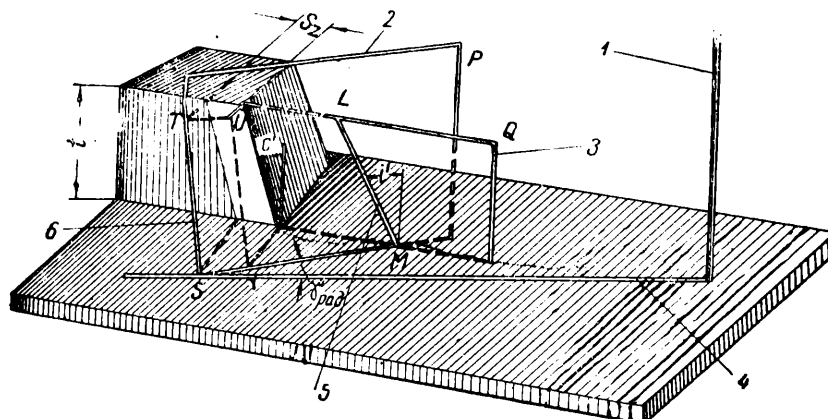


Рис. 2. 1 — ось фрезы; 2 — передняя грань; 3 — плоскость встречи; 4 — радиус; 5 — линия пересечения плоскостей P и Q; 6 — режущая кромка

вием (рис. 3). Для этого контур по ломаной линии UV_aV_a заменен прямой UV_a , образующей угол η с вертикалью. Если EF — проекция линии пересечения передней грани ножа с „плоскостью встречи“ на осевую плоскость, то, очевидно, при перемещении этой линии в плоскости чертежа (осевая плоскость фрезы) по стрелке 1, U-контакт будет

происходить при условии: $\eta < i$, а V_a -контакт при $\eta > i$.

Из рис. 3 можно получить формулу для $\tan \eta$

$$\tan \eta = \tan c + \frac{f}{t} \cdot \frac{\sin(c'' - c)}{\cos c} \quad (3)$$

Условие U-контакта примет вид неравенства

$$\tan \eta < \frac{\tan \gamma_{oc}}{\tan \gamma_{pad} - \tan \epsilon} \quad (4)$$

или

$$\tan c + \frac{f}{t} \cdot \frac{\sin(c'' - c)}{\cos c} < \frac{\tan \gamma_{oc}}{\tan \gamma_{pad} - \tan \epsilon} \quad (5)$$

Аналогично будет выражено условие для V_a -контакта. Формулы (4) и (5) могут быть использованы в следующих направлениях.

Во-первых, по заданной геометрии лезвия можно определить угол встречи ϵ и расположение изделия относительно фрезы, при заданной точке начального контакта; во-вторых, по заданному углу встречи ϵ , связанному с габаритными размерами изделия и фрезы, можно определить геометрию лезвия, в частности, углы γ_{oc} и γ_{pad} .

Принимая, например, U-контакт как наиболее благоприятный для стойкости фрезы, можно из формулы (4) определить верхний предел

для угла ϵ при условии $\gamma_{pad} < \epsilon$ или $\operatorname{tg} \gamma_{pad} - \operatorname{tg} \epsilon < 0$:

$$\operatorname{tg} \epsilon < \frac{\operatorname{tg} \eta \cdot \operatorname{tg} \gamma_{pad} - \operatorname{tg} \gamma_{oc}}{\operatorname{tg} \eta} \quad (6)$$

и из формулы (2)

$$\frac{c_0}{D} > \frac{1 - \sin \epsilon}{2}. \quad (7)$$

Для случая $\varphi = 75^\circ$ (т. е. $c = 15^\circ$; $c'' = 45^\circ$; $t = 3$ мм; $f = 1,0$ мм) имеем по формуле (3), что $\eta = 23^\circ 45'$. Далее, по формуле (6) для $\gamma_{pad} = \gamma_{oc} = -10^\circ$, будем иметь $\epsilon < 12^\circ 40'$ и $\frac{c_0}{D} \geq 0,4$.

Имея в виду, что для полного фрезерования изделия шириной B необходимо, чтобы $D \geq B + c_0$, получаем дополнительное условие:

$$\frac{B}{D} \leq 0,6 \quad (8)$$

или

$$D \geq 1,67B. \quad (9)$$

Соотношения (8) и (9) показывают, что для соблюдения желательного кантакта при заданной геометрии ножа и его лезвия могут потребоваться фрезы значительных размеров по сравнению с шириной фрезерования. Поэтому возможно и решение обратной задачи, т. е. конструирование фрезы для заданного предельного отношения $\frac{B}{D}$ или предельного значения ϵ . В этом случае формулы (4) и (5) могут быть использованы для расчета γ_{oc} и γ_{pad} при прочих заданных условиях. При этом, однако, надо задаться углом γ и присоединить к формулам (4) и (5) также и формулу (1). Для случая $\gamma_{pad} < \epsilon$ и U -контакта после некоторых переделок получаем следующие расчетные формулы:

$$\operatorname{tg} \gamma_{oc} < \frac{\sin \eta}{\sin (\eta + \varphi)} \cdot (\operatorname{tg} \gamma - \operatorname{tg} \epsilon \cdot \sin \varphi) \quad (10)$$

и

$$\operatorname{tg} \gamma_{pad} = \frac{\operatorname{tg} \gamma - \operatorname{tg} \gamma_{oc} \cdot \cos \varphi}{\sin \varphi}. \quad (11)$$

Если, например, $\frac{c_0}{D} = 0,2$ и $\frac{B}{D} \leq 0,8$, то по формуле (2) получим $\epsilon = 37^\circ$. Тогда при $\varphi = 75^\circ$ (т. е. при $c = 15^\circ$; $c'' = 45^\circ$; $t = 3$ мм; $f = 1,0$ мм; $\eta = 23^\circ 45'$ из формулы (10) найдем $\gamma_{oc} < -21^\circ$.

Принимая $\gamma_{oc} = -22^\circ$, получаем из формулы (11)* угол $\gamma_{pad} = -6^\circ 30'$.

Таким образом найдено одно из теоретических обоснований для расчета углов, характеризующих геометрию лезвия. **Этим подводится база под рациональное конструирование инструмента, а также устанавливается критерий сравнимости исследований, произведенных в различных условиях.**

Чтобы выяснить влияние установки изделия на стойкость фрезы, на заводе им. Фрунзе были проделаны опыты с однозубой торцевой фрезой, оснащенной твердым сплавом Т15К6 и имевшей $\varphi = 75^\circ$ (т. е. $c = 15^\circ$; $c'' = 45^\circ$; $f = 1,0$ мм; $\eta = 23^\circ 45'$; $\gamma_{oc} = \gamma_{pad} = -9^\circ 12'$; $D = 205$ мм. Изделие — сталь 18ХНВА; $B = 120$ мм; $t = 3$ мм; $s_z = 0,085$ мм/зуб; $v = 150$ м/мин.

Результаты опытов сведены в таблицу.

* Во все приведенные выше формулы углы γ_{pad} , γ_{oc} и γ подставляются с их знаками.

В таблице показан не только пункт начального контакта, но и перемещение этого пункта по контуру сечения стружки в начальный период работы зуба. Кроме того, приведены числа, характеризующие по Кроненбергу скорость нарастания сечения стружки.

Из данных таблицы видно, что наибольшая стойкость относится к углу $\varepsilon = 11^\circ 15'$, который соответствует начальному контакту в точке U . За ним идет $\varepsilon = 16^\circ 45'$, при котором начальный контакт с нижних точек контура стружки переходит на верхние. Таким образом этот случай примыкает к предыдущему. При $f = 0$ мм здесь также получается начальный U -контакт.

№ опыта	c_0 мм	ε	ψ	Угол контакта φ_0	Характер контакта	Скорость нарастания сечения стружки	Стойкость γ , мин.
1	82,5	$11^\circ 15'$	$78^\circ 45'$	$88^\circ 15'$	$U - V_a - T - S_a - V_s - S_s$	3540	176
2	73,0	$16^\circ 45'$	$73^\circ 15'$	$78^\circ 45'$	$V_a - S_a - U - T - V_s - S_s$	2500	132
3	66,5	$20^\circ 30'$	$69^\circ 30'$	$75^\circ 30'$	$V_a - S_a - U - V_s - T - S_s$	1970	52
4	50,5	$30^\circ 20'$	$59^\circ 40'$	$72^\circ 20'$	$V_a - S_a - V_s - S_s - U - T$	1130	65
5	34,5	$41^\circ 40'$	$48^\circ 20'$	$72^\circ 40'$	$V_a - S_a - V_s - S_s - U - T$	640	78
6	18,5	$55^\circ 30'$	$34^\circ 30'$	$75^\circ 30'$	$V_a - S_a - V_s - S_s - U - T$	370	105

Все остальные случаи, представленные в таблице, дают начальный контакт в точке V_a , весьма близко расположенной к вершине резца S_a . Поэтому они характеризуются меньшей стойкостью, чем первые два случая. Третий дает наименьшую стойкость, повидимому, потому, что после начального контакта в точках $V_a - S_a$ имеется контакт по линии UV_s , что способствует ударному воздействию стружки на резец. Дальнейшее возрастание стойкости, повидимому, объясняется отсутствием линейного контакта и уменьшением скорости нарастания поперечного сечения стружки.

В этом направлении необходимы последующие опыты.

Вопрос об оптимальном заднем угле при скоростном фрезеровании исследован с достаточной полнотой на различных обрабатываемых материалах. По данным д-ра техн. наук М. Н. Ларина при фрезеровании стали величина оптимального заднего угла в зависимости от толщины стружки может быть определена по формуле

$$\sin \alpha_{ont} = \frac{0,13}{a_{z \max}^{0,3}}. \quad (12)$$

Для $a_{z \max} = s_z = 0,12 - 0,16$ мм/зуб по формуле (12) получаются углы $\alpha_{ont} = 13 - 14^\circ$. Аналогичные результаты дают и другие исследования.

На заводе им. Фрунзе исследовались следующие задние углы на главной режущей кромке и переходном лезвии: $\alpha = 4^\circ; 8^\circ; 12^\circ; 16^\circ$. Исследование проводилось при следующих режимах резания.

Для 38ХА имелось $s_z = 0,074$ и $0,16$ мм/зуб; $t = 3$ мм; $v = 170$ м/мин.

Критерий притупления — износ по задней грани 3 мм.

Для 18ХНВА имелось $s_z = 0,085$ и $0,183$ мм/зуб; $t = 3$ мм; $v = 150$ м/мин.

Критерий притупления — износ по задней грани 2,5 мм.

Основная геометрия фрезы $\varphi/c'' = 75^\circ/45^\circ$; $f = 1,0$ мм; $\gamma_{oc} = \gamma_{pad} \approx -10^\circ$.

Исследование показало, что при увеличении заднего угла с 4° до 16° стойкость повышалась в среднем в 3 раза; при этом переход от 12° к 16° не давал большого эффекта. Поэтому можно считать, что для подачи на зуб $s_z=0,074 \div 0,183$ мм/зуб оптимальный задний угол лежит в пределах $12-16^\circ$.

Эффект скорости резания. Эффект скорости резания, как известно, основывается на двух положениях: а) влиянии скорости деформации на механические свойства металлов и б) влиянии температуры как производной от скорости на те же свойства обрабатываемого металла.

Влияние скорости деформации заключается в упрочнении металла с повышением скорости деформации, уменьшении его пластичности. Это послужило толчком к созданию гипотезы о возможности сверхскоростного резания, при котором металл в зоне резания переходит из пластического состояния в хрупкое. Эксперименты, проведенные в этом направлении, однако, не оправдали предположений.

Гораздо более существенно влияние возникающей в процессе резания температуры на обрабатываемый материал и на процесс снятия стружки. В основе этого влияния лежит снижение механических показателей (предела прочности на разрыв и ударной вязкости) при повышении температуры за определенные пределы. По исследованиям Мартенса и Говардса для углеродистой стали $\sigma_b=70$ кг/мм²; $\delta=15\%$ временное сопротивление уменьшается при температуре 700° более чем в 3 раза, достигая величины ~ 23 кг/мм², т. е. предела прочности дюралюминия. Ударная вязкость уменьшается при этом почти в 4 раза. При дальнейшем повышении температуры снижение механических свойств идет еще быстрее и при 800° предел прочности составляет всего 12 кг/мм².

Для определения температуры при скоростном фрезеровании в лаборатории резания завода им. Фрунзе были поставлены опыты. Средняя температура стружки определялась калориметрированием. Большое количество опытов подобного рода, проведенных при различных режимах резания и геометрии ножей, позволяет сделать следующие заключения.

1. При фрезеровании стали 38ХА с режимом резания: $t=3$ мм; $s_z=0,085$ мм/зуб; $v=170$ м/мин и стали 18ХНВА с режимом резания: $t=3$ мм; $s_z=0,074$ мм/зуб; $v=150$ м/мин при всех вариантах геометрии резцов, средняя температура стружки в начале опыта составляет около 600° , примерно к середине опыта температура подымается до 700° , а в конце — при притуплении инструмента (износ по задней грани 2,5 — 3 мм), достигает $800-850^\circ$; при этом стружка отлетает раскаленная докрасна, в некоторых случаях — при обильном искрении.

2. Повышение подачи до $s_z=0,2$ мм/зуб не меняет существенно характера температур.

3. Уменьшение глубины резания до $t=0,5 \div 1,0$ мм снижает среднюю температуру стружки в начале опыта до $450-500^\circ$. При этом по мере притупления резца температура повышается более медленно, чем в случае $t=3,0$ мм.

Температура в зоне резания измерялась по принципу термопары резец—изделие. Градуировка производилась в тигле с расплавленным алюминием. Градуируемую термопару составляли: набор из 10 пластин Т15К6 размерами $25 \times 15 \times 6$ мм, спаянных между собой электролитической красной медью, и прутки квадратного сечения 6×6 мм длиной 600 мм из обрабатываемой стали. Электродвижущая сила паразитной термопары, возникающая в процессе резания между пластинкой твердого сплава и державкой резца, была найдена при помощи специальных опытов с одним резцом на токарном станке. Опыты по-

казали, что при указанных выше режимах резания температура в зоне резания для острого резца составляет 700—750°.

Из изложенного следует, что при скоростном фрезеровании возникают температуры, воздействие которых способно значительно снизить механические свойства обрабатываемого материала, по крайней мере в зоне, прилегающей к резцу. При этом вследствие малой теплопроводности титано-вольфрамового твердого сплава (в 3 раза меньшей, чем вольфрамового) теплота концентрируется в зоне прилегания стружки к передней грани резца. В результате некоторый очень тонкий слой стружки перегревается и становится прослойкой весьма низкой прочности между резцом и остальной стружкой. Это приводит к уменьшению трения между стружкой и резцом. Известно, что по современным воззрениям сопротивление трению рассматривается, как сопротивление срезанию некоторого промежуточного слоя, находящегося между трущимися телами. Указанная выше полоска стружки и играет роль такого слоя.

Поэтому следует считать правильным утверждение Эрнста (США) о том, что при скоростном резании коэффициент трения между стружкой и передней гранью резца значительно (почти в 2 раза) меньше, чем при обычном резании. Этим Эрнст объясняет наблюдавшееся в его опытах и подтвержденное опытами лаборатории резания ГАЗ им. Молотова уменьшение усилий резания, начиная с некоторой скорости (~200 м/мин) при применении резцов с отрицательными передними углами по сравнению с резцами с положительными передними углами. Вместе с тем уменьшение трения понижает износ инструмента, а следовательно, повышает его стойкость.

Высокая температура в зоне резания, облегчая процесс последнего, уменьшает деформации, сопровождающие этот процесс, что подтверждается исследованием усадки стружки. Это исследование, проведенное в лаборатории резания завода им. Фрунзе, показало следующее.

1. С увеличением скорости резания коэффициент k_p , представляющий собой отношение длины l_0 , пройденной резцом по изделию, к длине l стружки, уменьшается.

Так, при увеличении скорости в пределах $v=115-270$ м/мин, при обработке стали 38ХА при $s_z=0,15$ мм/зуб; $t=2,5$ мм коэффициент k_l уменьшался в пределах 1,72—1,28 (отсюда $\mu = \frac{1}{k_l} = 0,58-0,78$).

При обработке менее вязкого материала — стали 18ХНВА, изменение скорости в пределах $v=115-215$ м/мин при $s_z=0,12$ мм/зуб; $t=3$ мм приводит к изменению коэффициента k_l в пределах $k_l=1,41 \div 1,58$; $\mu = \frac{1}{k_l} = 0,64 \div 0,71$.

2. С увеличением подачи s_z коэффициент k_l и усадка стружки уменьшаются, что соответствует имеющимся в литературе данным. С изменением глубины резания усадка изменяется весьма мало.

3. Общие пределы колебания коэффициентов, характеризующих усадку стружки при остром состоянии инструмента для исследованных скоростей и подач, составляют:

для стали 38ХА при $v=115-270$ м/мин; $s_z=0,074-0,204$ мм/зуб;

$$k_l=1,28 \div 2,0; \mu=0,78 \div 0,5;$$

для стали 18ХНВА при $v=115-215$ м/мин; $s_z=0,085-0,183$ мм/зуб;

$$k_l=1,26 \div 1,58; \mu=0,8-0,63.$$

При притуплении коэффициент k_l увеличивается на 15—30%.

Приведенные данные говорят о сравнительно малой деформации стружки при скоростном фрезеровании. Сопоставление с опытами по

точению, проведенными на аналогичных материалах проф. Лейензеттером при скоростях резания в пределах 25—75 м/мин, показывает, что полученные автором коэффициенты μ в 1,3—1,5 раза больше, т. е. усадка значительно меньше, чем для обыкновенного резания.

Пользуясь найденными пределами для усадки, можно определить примерные величины коэффициентов трения между резцом и стружкой. Согласно теоретическим исследованиям д-ра Merchant (США) при непрерывной стружке применимы следующие соотношения:

$$k_t = \frac{\sin(\delta + \Theta)}{\sin \Theta} \quad (13)$$

и

$$\Theta = 45^\circ + \frac{\gamma}{2} - \frac{\rho}{2}, \quad (14)$$

где δ — угол резания;

Θ — угол скалывания;

ρ — угол трения ($\operatorname{tg} \rho = f$);

f — коэффициент трения.

Из формулы (13) можно получить

$$\operatorname{tg} \Theta = \frac{\sin \delta}{k_t - \cos \delta}. \quad (15)$$

Для $k_t = 1,3; 1,5; 1,7; 2,0$ по формулам (14) и (15) для $\gamma = -12^\circ$ и $\delta = 102^\circ$ находим:

$$\Theta = 33^\circ; 30^\circ; 27^\circ; 24^\circ$$

$$\rho = 12^\circ; 18^\circ; 24^\circ; 30^\circ$$

$$f = 0,2; 0,32; 0,45; 0,58.$$

Если применить формулы (13) и (14) к обыкновенному (нескоростному) резанию, принимая $k_t = 2,0$; $\gamma = +12^\circ$ (т. е. $\delta = 78^\circ$), то получим $\Theta = 28^\circ 30'$; $\rho = 45^\circ$; $f = 1,0$.

Сопоставление показывает, что для самого высокого коэффициента k_t , полученного в опытах, коэффициент трения в 1,7 раза меньше, чем для обыкновенного резания. Таким образом расчет подтверждает высказанные выше соображения.

В связи с уменьшением деформации и трения при скоростном фрезеровании работа происходит без нароста, благодаря чему обработанная поверхность получается чрезвычайно гладкой. Исследование этого вопроса, проведенное на заводе им. Фрунзе с применением профилометра Аббота, показывает, что при режимах резания, находящихся в указанных пределах (при подачах $s_z \leq 0,15$ мм/зуб), среднеквадратичная высота неровностей колеблется в пределах 20—35 микродюймов. В цеховых условиях при обработке торцевым фрезерованием деталей при подачах $s_z = 0,064 \div 0,076$ мм/зуб среднеквадратичная высота неровностей колебалась в пределах 40—60 микродюймов (1—1,5 μ). Если принять последние цифры, то получится 7-й класс чистоты по ГОСТ 2789—45, что соответствует шлифованию. При обработке аналогичных деталей обыкновенным торцевым фрезерованием высота неровностей составляет 4,3—6,3 μ , что соответствует 5-му классу чистоты. Таким образом скоростное фрезерование в ряде случаев может заменить шлифование.

Получение железных порошков для металлокерамических деталей

Инж-ры М. Г. ГРАБИНО и В. Г. ФИЛИМОНОВ

В статье описываются методы наиболее приемлемые для организации производства железных порошков на машиностроительных заводах.

Центрифугирование. Металл, расплавленный в электропечи, поступает в напорный сосуд и из него стекает вниз через стейтитовое сопло диам. 5 мм. Падающая с высоты 50 см струя металла увлекается водой и на быстро вращающемся диске разбивается на мелкие части (рис. 1). Вода

подается через кольцевое сопло под давлением около 5 ат. Диск с ударными планками вращается со скоростью до 3000 об/мин. Число оборотов диска можно изменять для регулирования величины частиц порошка: чем быстрее вращается диск, тем мельче получаются частицы. Под центрифугой находится приемник, улавливаю-

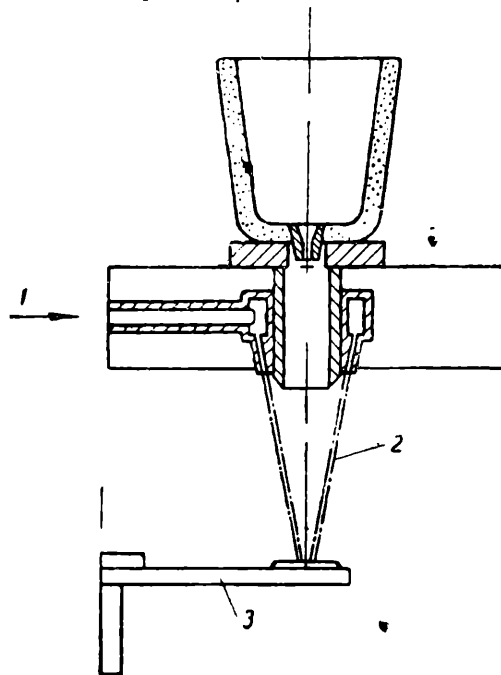


Рис. 1. Схема настройки аппарата для получения круглых частиц порошка.

1 — подача воды; 2 — направление водяной струи; 3 — диск

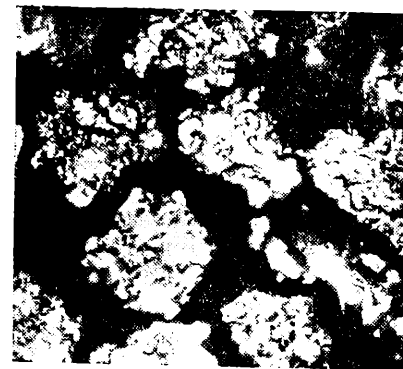


Рис. 2. Железный порошок, полученный центрифугированием расплавленного металла. $\times 60$

щий охлаждающую воду и образующийся порошок. Последний ковшевым конвейером уносится из приемника в отстойник, а вода возвращается обратно для работы. Порошок просушивается в сушильных машинах, затем просеивается и после анализа перемешивается так, чтобы достигнуть требуемого ситового состава и объема утряски.

В полученном таким образом порошке содержится большое количество окислов, а поэтому для восстановления его необходимо отжигать при высоких температурах, затрачивая много восстановительного газа.

Данный способ позволяет получать порошки из таких металлов и сплавов, из которых другими методами их изготовить нельзя. Кроме того, центрифугирование дает возможность в известной степени получать частицы желаемой формы, изменяя количество подаваемой для охлаждения воды. Опыты показали, что для изготовления медного порошка с круглыми частицами требуется в 2,5 раза больше воды, чем с частицами другой формы. Для получения круглых частиц также необходимо, чтобы струя расплавленного металла встречалась со струей воды в непосредственной близости от вращающегося диска, как показано на рис. 1.

Микрофотография железного порошка, полученного центрифугированием, приведена на рис. 2.

Получение железного порошка распылением металла по способу Маннессмана. Материалом для изготовления порошка служит железная и стальная стружка, однако можно пользоваться и другими материалами. К стружке добавляется 4% окалины для удаления из металла кремния, 0,5% извести для удаления серы и образования шлака и 8% коксовой пыли. В готовом железном порошке для антифрикционных материалов должно быть не более 0,1% кремния и как можно меньше марганца, фосфора и серы.

Расплавленная шихта распыляется сжатым воздухом на мелкие частицы в специальном агрегате с соплом. При этом железо частично окисляется в Fe_3O_4 , а углерод в CO_2 и CO . Падая из сопла, частицы металла быстро охлаждаются в водяной ванне и становятся жесткими и хрупкими. Порошок, выгруженный из выдвижных приемников, сушится и отжигается при 900° в «собственной» восстановительной атмосфере, содержащей окись углерода. В связи с этим содержание углерода в шихте и распыление должны регулироваться с таким расчетом, чтобы в жестком распыленном порошке было около 6% O_2 и 4% С. При таком соотношении окисленные частицы металла полностью восстанавливаются окисью углерода при отжиге.

Однако следует иметь в виду, что при охлаждении порошок может опять окислиться вследствие понижения активности С и O_2 , поэтому во время охлаждения необходимо подавать извне защитный газ. Отожженный железный порошок становится мягким и содержит около 0,08% С и от 0,3 до 0,5% O_2 . После предварительного дробления и просеивания этого порошка оставшиеся крупные фракции размалываются на валковых машинах.

Устройство камеры распыления показано на рис. 3. Сжатый воздух поступает в камеру по двум каналам. Из камеры он выходит с большой скоростью через узкую кольцеобразную щель, имеющую форму сопла Лавали. Струя металла при температуре до 1350° вытекает из сосуда через корундовое сопло и по полюсу сердечнику течет вниз к камере распыления. Здесь она увлекается сжатым воздухом и превращается в порошок, часть которого сейчас же окисляется. Камеру распыления устанавливают в баке, наполненном водой до определенного уровня. Распыленное железо, попадая в наполненные водой выдвижные приемники, остывает в них. Лишняя вода стекает из бака в отстойники и после осаждения частиц порошка направляется обратно в бак. Порошок, выгруженный из приемников, содержит 5—7% влаги и подвергается сушке.

Производительность агрегата и величина зерен порошка зависят от давления подаваемого воздуха, ширины кольцевой щели камеры распыления и толщины струи расплавленного металла. Исследовательскими работами на заводах Маннессмана (Германия) установлено, что произво-

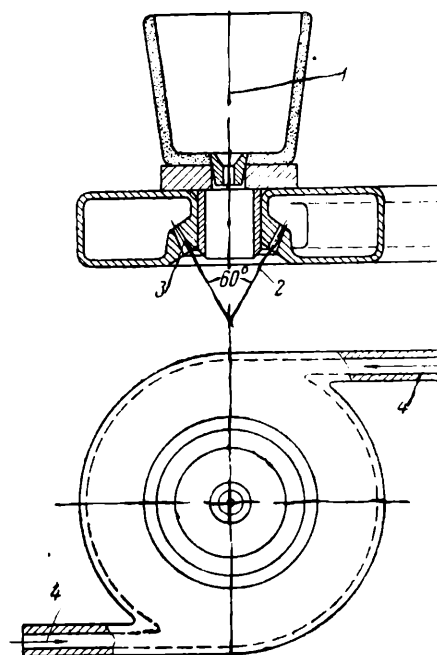


Рис. 3. Схема устройства камеры распыления.

1 — направление струи расплавленного железа; 2 — направление струи воздуха; 3 — сопло типа Лавали; 4 — подача воздуха под давлением 4—6 ат

дительность установки и качество порошка бывают лучшими при диаметре струи железа 18 мм, давлении воздуха 4 ат, ширине щели распылительной камеры примерно 2,4 мм. В этом случае производительность агрегата достигает 5—7 т порошка в час. Расход сжатого воздуха составляет 420 м³ на 1 т продукции. На рис. 4 приведена схема получения порошка распылением.

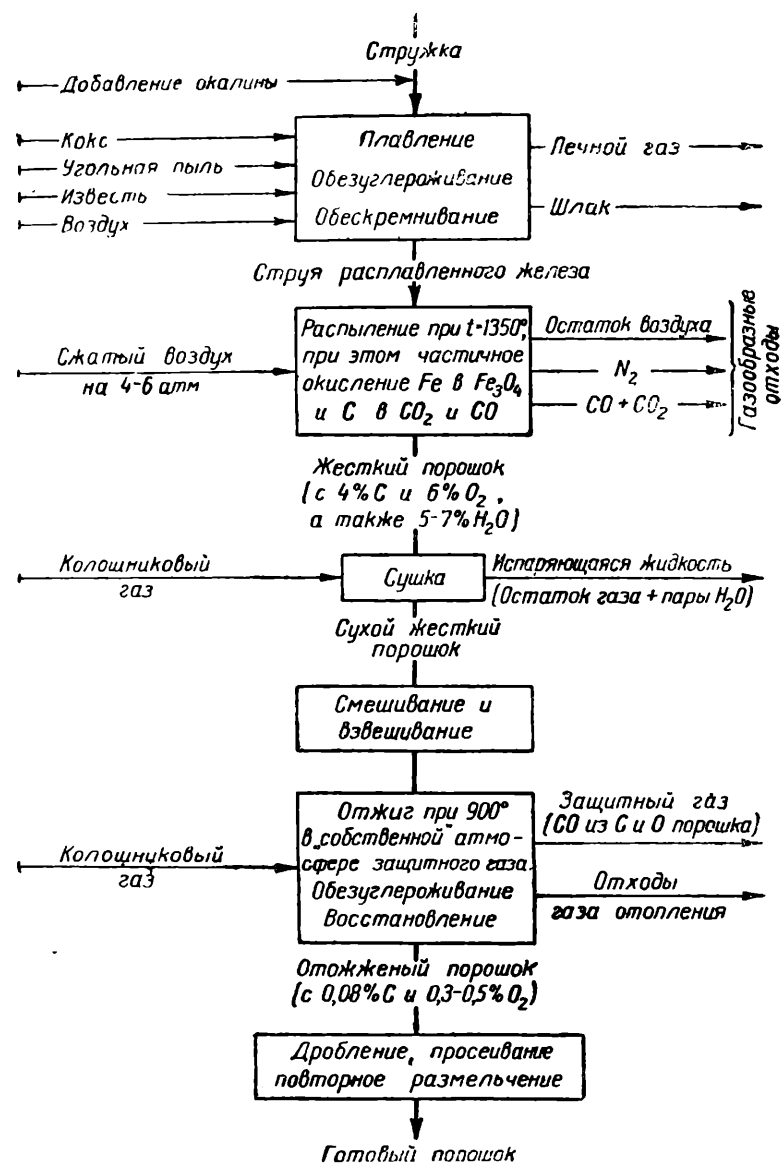


Рис. 4. Схема технологического процесса производства порошка путем распыления (по Рамлеру)

Отожженный порошок сначала предварительно дробится и просеивается. Распыленные частицы порошка, попадая в воду, приобретают форму полых шариков. В процессе распыления образующиеся внутри этих шариков газы (CO и CO₂) создают давление, достигающее по теоретическим подсчетам 400—500 ат. В результате эти газы разрывают не окрепшую еще оболочку шариков, образуя отверстия и поры.

При отжиге порошка и восстановлении окислы пористость частиц увеличивается, а порошок становится мягким. По внешнему виду рас-

пыленный порошок похож на порошок, получаемый восстановлением, и при прессовании и спекании сходен с последним. На микрофотографии отожженного, но не размельченного порошка (рис. 5) ясно видна шарообразная форма частиц и их пористость. Ситовой состав порошка следующий: фракция крупнее 0,4 мм—5—20%; от 0,3 до 0,4 мм—10—20%; мельче 0,06 мм—свыше 30%. Во время отжига частицы укрупняются вследствие спекания мелких частиц в более крупные. Кривые, приведенные на рис. 6, показывают, как изменяется ситовой состав при отжиге. Кроме того, отжиг увеличивает объем порошка после утряски; так, 100 г неотожженного порошка по объему равны 28—38 см³, а отожженного — 38—48 см³.

Вихревое дробление. Для выработки железных порошков посредством механического измельчения в Германии пользуются преимущественно вихревой мельницей, показанной на рис. 7. Сырьем для производства

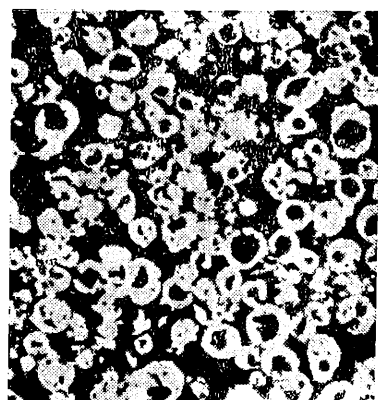


Рис. 5. Распыленный порошок. $\times 10$

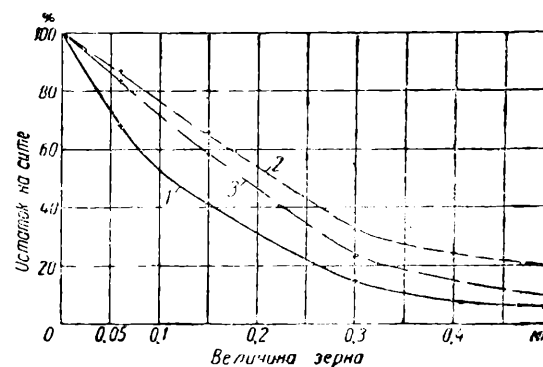


Рис. 6. Изменение величины частиц после отжига.

1 — жесткий порошок; 2 — отожженный порошок; 3 — готовый размельченный порошок

порошка является железная проволока, реже отходы штамповочного производства. Измельченная проволока загружается в бункер мельницы, откуда шнековым дозатором подается в размольную камеру, составленную из отдельных литых секторов. Кусочки железа измельчаются до желаемой величины крестообразно укрепленными вращающимися билами из марганцовистой стали. Вал, на котором укреплены била, делает 3000 об/мин. Величина получаемых зерен регулируется большей или меньшей интенсивностью воздушного потока, выносящего частицы из размольной камеры в уловитель, где происходит сортировка порошка. В описываемой мельнице «Гаметаг» этот воздушный поток создается вентилятором. Более крупные частицы остаются в размольной камере и подвергаются

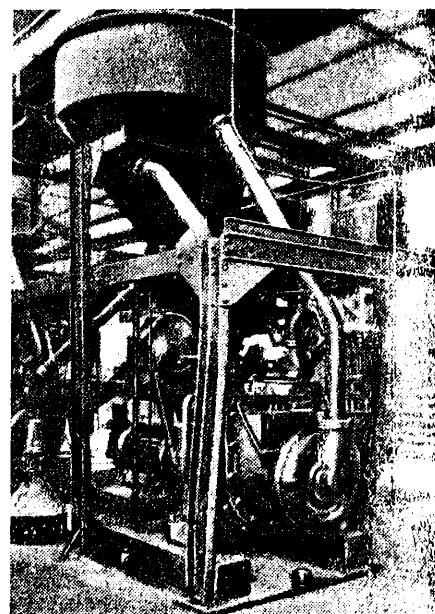


Рис. 7. Мельница «Гаметаг» для размолы железного порошка

дальнейшему измельчению, а мелкий порошок попадает в собирательный резервуар. Для предотвращения окисления материала при размоле в мельнице «Гаметаг» применяется не воздух, а водород, светильный или генераторный газ. Для отвода излишнего тепла внутренний кожух камеры мельницы охлаждается водой. Выгруженный из мельницы порошок просеивается на ситовой машине для разделения на фракции с различными размерами частиц. Типичный ситовой состав порошка следующий:

Крупность сита, меш	Фракция, %
+50	8,3
— 50+100	45,6
— 100+140	17,5
— 140+225	14,3
— 225	14,3

Частицы крупнее 0,4 мм размалываются вторично; ограниченное количество пыли мельче 0,06 мм добавляется к порошку, а остальная часть идет в отходы.

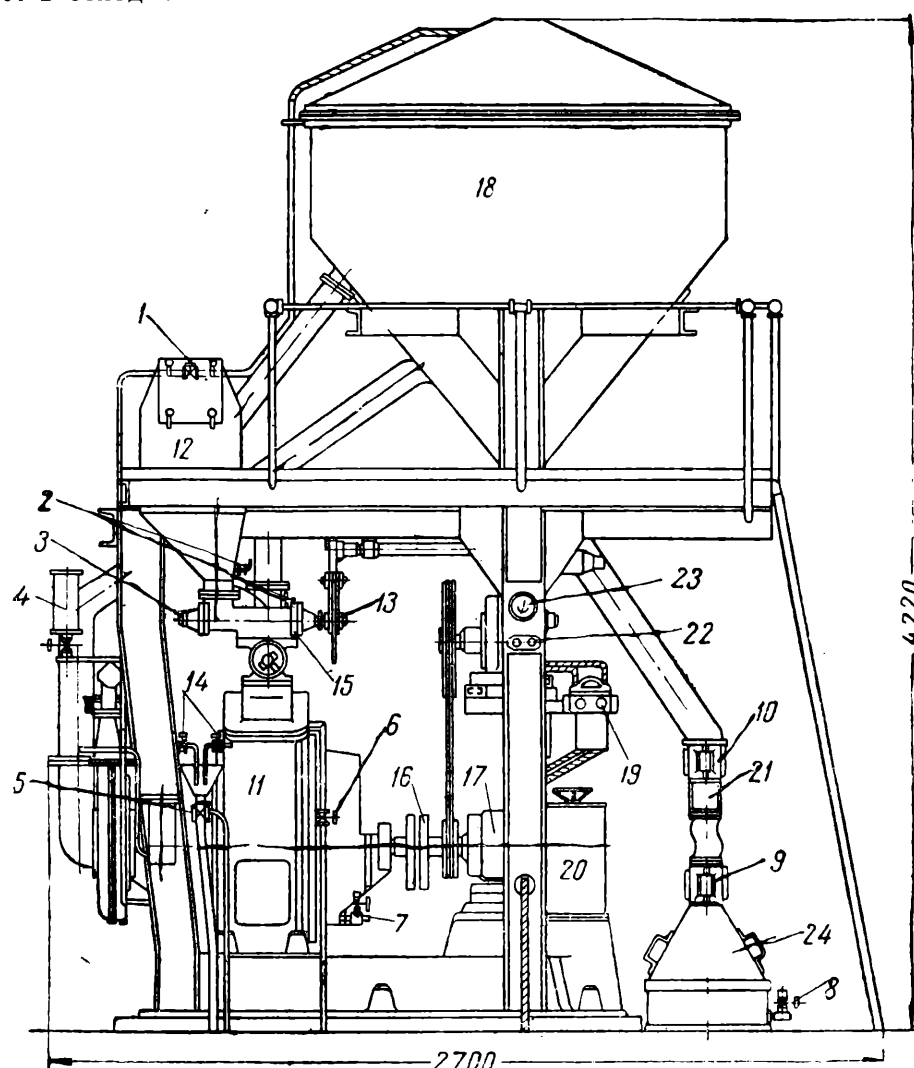


Рис. 8. Схематический чертеж мельницы «Гаметаг».

— газовый кран; 2 — пробная горелка; 3 — запорный кран; 4 — контрольная горелка; 5 — главный газовый кран; 6 — водяной вентиль; 7 и 8 — пробные горелки; 9 и 10 — запорные краны; 11 — мельница; 12 — загрузочный бункер; 13 — привод для загрузки; 14 — сливной вентиль; 15 — щековый дозатор; 16 — соединение; 17 — мотор; 18 — отделитель пыли; 19 — выключатель; 20 — реостат; 21 — смотровое стекло; 22 — предохранитель; 23 — амперметр; 24 — собирающий сосуд

Вся мельница «Гаметаг» обслуживается одним электромотором 20—30 квт. Производительность мельницы составляет 8—10 кг порошка в час. Перед ее пуском необходимо тщательно подготовить и проверить весь агрегат (рис. 8). Прежде всего надо проверить наполнение системы газом. Для этого следует открыть кран контрольной горелки 4, три пробных горелки 2, 7 и 8 и газовый кран 1 на загрузочном резервуаре. После этого, открыв главный газовый кран 5, проверяют пальцами, не идет ли из пробных горелок газ. Если сразу не подается, то надо ждать его выделения, после чего следует зажечь контрольную горелку 4 и пробные горелки 2, 7 и 8. Установив, что система наполнена газом достаточно (по пламени), пробные горелки закрывают, оставляя зажженной контрольную. Для охлаждения мельницы надо открыть водяной кран 6 настолько, чтобы вода протекала по системе равномерно и не под слишком сильным давлением. Наконец, следует проверить, выключена ли собачка привода загрузки 13 и готовы ли мотор и реостат к включению. Если все исправно, можно включить мотор, а потом — собачку загрузочного привода.

Резервуар может загружаться проволоочной сечкой или порошком, требующим дополнительного измельчения, без остановки мельницы. Для этого надо выключить собачку привода загрузки 13, закрыть запорный кран 3 и газовый кран 1 загрузочного резервуара, открыть крышку последнего, засыпать материал и плотно закрыть ее.

Для проверки наполнения системы газом следует открыть пробную горелку 2, выяснить состав выделяющихся газов (воздуха и других), поджечь их и, установив характер пламени, закрыть горелку. Герметичность резервуара проверяют, поднося огонь к местам соединения. Проверив наполнение системы газом и ее герметичность, надо открыть запорный кран 3 и включить привод загрузочного дозатора.

Для нормальной работы мельницы необходимо своевременно загружать ее проволоочной сечкой, а также следить за нормальной нагрузкой

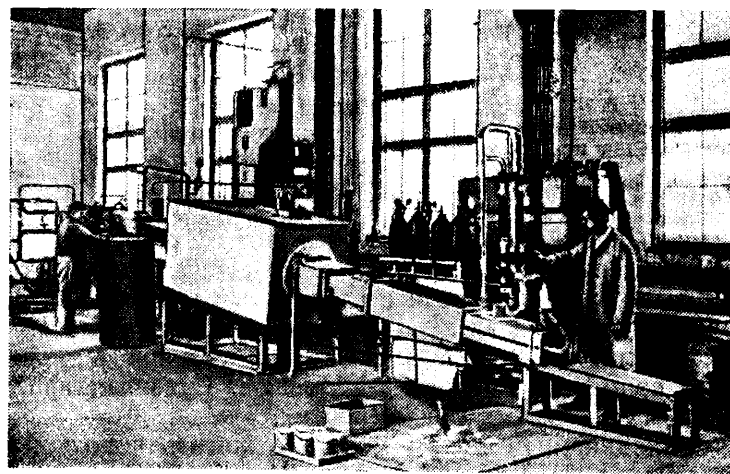


Рис. 9. Печь „Дегусс“ для отжига порошка и спекания изделий

мотора, за непрерывной подачей газа в мельницу и охлаждающей воды и т. д.

Высота наполнения резервуара проволокой определяется обычно простукиванием. Нагрузка мотора, контролируемая амперметром, допускается до 48 а при мощности мотора свыше 22 квт. Наполнение системы газом проверяется по пламени контрольной горелки 4. Температура охлаж-

дающей воды измеряется через скважину; при нормальной работе она не должна быть выше 35° . Уровень масла в коренных подшипниках должен соответствовать отметке на стекле; температура подшипников — не выше $75-80^{\circ}$. Газонепроницаемость сальниковых набивок проверяют, поднося к ним огонь, в случае пропуска газа сальниками их следует подтянуть.

В мельнице «Гаметаг» готовый порошок собирается в специальный приемник, герметически присоединенный к разгрузочной трубе. Приемник можно менять во время работы мельницы, для чего заранее заготавливается запасный приемник и необходимый инструмент. Кроме того, следует иметь под руками огнетушитель или баллон с углекислотой на случай воспламенения газа. Когда все подготовлено, надо закрыть верхний запорный кран 10 и нижний кран 9, вынуть приемник с порошком, а на его место установить свободный приемник и открыть оба крана. С помощью пробной горелки 8 определяют наполнение системы газом.

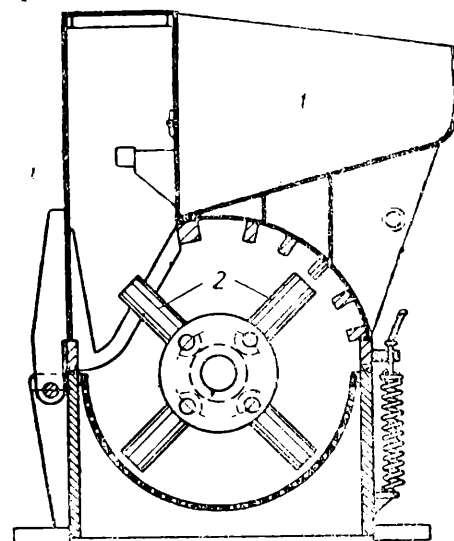


Рис. 10. Схема молотковой мельницы для размалывания порошка.

1 — загрузочный бункер; 2 — било

Для лучшей прессуемости железные порошки, получаемые в вихревых мельницах, отжигают при $800-1000^{\circ}$. В Германии для отжига



Рис. 11. Железный порошок, полученный путем размала проволоки в вихревой мельнице. $\times 60$

порошка сначала применялись барабанные печи Элино, а в последнее время — трубчатые печи той же фирмы, с толкающим устройством. Хорошие результаты дают также печи с подвижным подом «Дегусс» (рис. 9). Все эти печи нагреваются электричеством. Печи с толкателем Элино отжигают приблизительно 2—3 т порошка в сутки при температуре 900° , а барабанные примерно в шесть раз меньше. Суточная производительность печи «Дегусс» около 1500—1600 кг.

В печах с подвижным подом можно отжигать порошок при 1000° ; поддон с порошком проходит через печь в течение 4 час.

Для загрузки порошка в печь его насыпают в прямоугольные металлические коробки, смазанные известковым молоком или разведенной в воде сажей. Смазка предохраняет порошок от спекания со стенками коробки. Отожженный порошок спекается в губчатую массу, имеющую форму кирпичей, которые разбиваются на 2—4-см кусочки вручную или в быстроходной челюстной дробилке. Затем куски размалываются в шаровых или молотковых мельницах (рис. 10), производительность последних до 200 т порошка в месяц при расходе электроэнергии от 8 до 10 квт-ч.

Частицы механически измельченного порошка (рис. 11) представляют собой выгнутые пластинки с несколько надорванными краями.

Электроискровая обработка матриц вырубных штампов

Канд. техн. наук Е. А. ВОЛОДИН

В связи с конструктивными особенностями вырубных штампов, характерными только для них, эту группу инструмента приходится до настоящего времени изготавливать по своеобразной технологии.

Штампы имеют множество сопряженных деталей с фасонными сквозными отверстиями, по которым они сопрягаются. Поэтому должны быть обеспечены идентичность и соосность ряда отверстий, зачастую сложной конфигурации, точность изготовления которых в большинстве случаев не выходит за пределы 2-го класса.

Применение протяженного инструмента, решающего достаточно легко аналогичную задачу в крупносерийном производстве, при обработке мелких отверстий по экономическим и конструктивным соображениям неприемлемо. Вследствие этого рабочие отверстия вырубных матриц, пуансонодержателей, съемников до сих пор делаются вручную, с затратой большого количества квалифицированного труда. Такое положение приводит к значительной стоимости штампов, мешающей использовать штамповку в мелкосерийном производстве. Применение в этих условиях резиново-стальных штампов не решает задачи, так как область их использования ограничена (на тонком и мягком материале), производительность низкая, и при штамповке получается большой процент отхода металла.

Электроискровой способ обработки открывает возможности удешевить изготовление вырубных штампов, выполняя их в обычных конструктивных вариантах. Этот способ обработки вырубных штампов, главным образом матриц, как наиболее трудоемких деталей в штампово-механических цехах может дать следующие результаты.

Во-первых, обработка фасонных сквозных отверстий профильным электродом-инструментом может исключить ручные операции — точной опиловки отверстий сложной конфигурации.

Во-вторых, до настоящего времени сложные вырубные матрицы изготавливаются главным образом из стали марки Х12М, которая не дает коробления профиля при термической обработке, а следовательно, и брака матриц, прошедших окончательные операции в сыром состоянии. Электроискровой способ, при котором одинаково легко обрабатывается материал любой твердости и в любом состоянии (сыром, закаленном), позволяет во многих случаях заменять лимитированную для заводов сталь марки Х12М примерно в 4 раза более дешевыми углеродистыми или хромистыми сталями, при условии обработки закаленных заготовок.

В-третьих, до сих пор термический брак при обработке матриц последовательных и компаундных штампов, при наличии тонких перемычек между рабочими профилями матриц приводит либо к дроблению операций и, следовательно, к увеличению числа штампов, а вместе с тем и рабочей силы, либо к увеличению габаритов матриц (у последовательных штампов). Обработка электроискровым способом закаленных заготовок позволит избежать этого вида термического брака, и величина перемычек будет определяться только силовым режимом при эксплуатации.

В-четвертых, электроискровой способ обработки значительно увеличит стойкость матриц, поскольку он дает возможность использовать специальные сплавы, применение которых сейчас тормозится трудностями их обработки, а также позволит повысить стойкость обычных сталей искровым облучением.

Отсутствие исчерпывающих технологических и технико-экономических характеристик нового способа препятствует его использованию в промышленности.

Кафедра оборудования и технологии штамповального производства Станко-инструментального института исследовала: точность электроскоровой обработки, качество поверхности, взаимосвязь размеров и профиля электрода-инструмента и получаемого отверстия (см. таблицу), и пришла к следующим выводам.

Данные исследования электроискрового способа

№ режима	Электрическая характеристика способа				Диаметр лунок D, μ	Глубина лунок h, μ	Отношение $\frac{h}{D}$	Зазоры (в μ) на сторону при стали марки			Угол наклона образующей отверстия к оси β°	Величина скруглений впадин R_{μ} , мм (материал электродов — латунь, У8А)
	напряжение питания, в	сила тока короткого замыкания, а	емкость, μP	У8А				ШХ15	Х12М			
90	100	30	600	980	50	0,051	120	150	180	1°30'	0,30	
60	100	15	200	710	30	0,042	100	120	135	1°	0,25	
8	100	5	10	270	25	0,092	50	60	65	35'	0,15	
1	100	0,25	2	110	20	0,180	40	45	50	20'	0,10	

Точность обработки. На основе конкретных режимов обработки, которые могут быть широко использованы при изготовлении штампов, выявлены нормы точности обработки сквозных отверстий.

Анализ результатов показал, что точность обработки определяется электрическими параметрами схемы, т. е. режимом обработки, и не зависит ни от материала заготовки и инструмента, ни от размеров отверстий.

При грубом предварительном режиме № 90 максимальное отклонение размера отверстий от расчетного номинала может быть в пределах 80 μ .

Статистическая обработка результатов экспериментов при мягком отделочном режиме № 1 показала, что вероятное и среднее отклонение от расчетного номинала равно (соответственно) 14 и 16 μ . Приведенные цифры отражают только специфику электроискрового процесса, но не учитывают других факторов, влияющих на точность отверстий. К ним нужно прежде всего отнести точность изготовления электрода-инструмента.

Указанные цифры свидетельствуют о том, что при соблюдении элементарных условий ведения процесса электроискровый способ обеспечивает необходимую точность обработки, а потому может применяться во всех отраслях промышленности, включая и точное приборостроение.

Качество поверхности. Исследование макрогеометрии поверхностей показало, что в результате последовательного взаимодействия всех точек поверхности заготовки с инструментом (искроразрядов) она покрывается накладывающимися друг на друга лунками, размеры которых (диаметр и глубина) определяются режимом обработки.

Из таблицы видно, что отношение $\frac{h}{D}$ тем больше, чем мягче режим. Эта особенность электроискрового процесса должна быть отнесена к недостаткам описываемого способа, обуславливающим получение «шероховатых» поверхностей даже при достаточно мягких режимах.

Цифры среднего квадратичного отклонения шероховатостей — основного критерия оценки качества поверхности по ГОСТ 2789—45, — полученные на профилометре Аббота и математической обработкой профилограмм, записанных профилографом Браш, свидетельствуют, что при всех четырех режимах — от грубого № 90 до мягкого № 1 — поверхности входят в группу полуструхлых по ГОСТ 2789—45 ($\nabla\nabla$). Поверхность, по-

лученная при режиме № 1, всего лишь на один класс чистоты выше поверхности при режиме № 90, и разница в величине среднего квадратичного отклонения равна 4μ , что подтверждает данные исследования макрогеометрии.

Качество поверхности, полученной на мягких режимах электроискровым способом, примерно такое же, как у поверхности после опиловки личными напильниками или после токарной обработки на чистовых проходах.

Таким образом электроискровая обработка на мягких режимах обеспечивает почти такое же качество поверхности матрицы с фасонными отверстиями, как и ручные операции по принятой технологии их обработки.

Взаимосвязь размеров и профиля электрода-инструмента и отверстия. Отверстие в заготовке всегда больше электрода-инструмента. Поэтому при заданных размерах отверстия необходимо иметь инструмент с другими размерами. Получение заданной формы отверстия только тогда возможно, когда известен зазор между заготовкой и инструментом при конкретных условиях ведения процесса. Как показывают эксперименты, величина этого зазора определяется в основном режимом обработки, но в небольшой степени на нее влияет также материал электродов (заготовки и инструмента).

Величина односторонних зазоров в зависимости от режима обработки и от материала заготовки и инструмента (из латуни) показана в таблице.

Экспериментальные исследования влияния структуры материала, направления линий проката (волокон) и степени обжатия проката на величину зазора показали, что такого влияния не существует.

В осевом сечении отверстие получается коническим, с меньшим размером у выхода инструмента. Углы наклона образующей к оси отверстия в зависимости от режима обработки приведены в таблице.

Образующая конуса при постоянном токе прямолинейна для всех режимов. Величина угла β° близка к среднему значению угла наклона образующей отверстия вырубной матрицы, для которой только рабочий поясok должен иметь углы меньше, чем угол β° , получающийся при грубых режимах № 90 и 60. Ввиду этой конструктивной особенности вырубных матриц обработку отверстия следует вести не менее чем на двух режимах, снимая небольшой припуск в конце процесса на мягком режиме, в результате получится отверстие с изломом образующей (рис. 1).

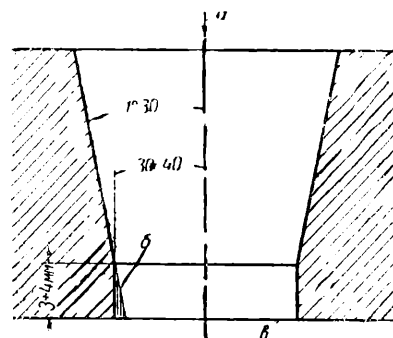


Рис. 1. а — направление подачи инструмента; б — припуск на окончательную операцию на мягком режиме; в — зеркало матрицы

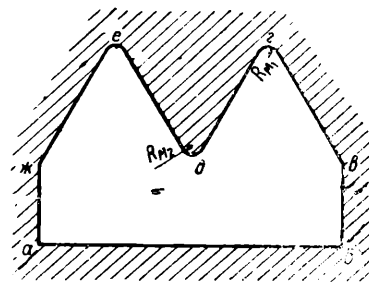


Рис. 2. Притупление остроконечного профиля матрицы на выступе и впадине

Такая форма отверстия в осевом сечении отвечает самым строгим требованиям, предъявляемым к вырубным матрицам.

В процессе прошивания отверстия, имеющего сложный контур, в местах пересечения линий профиля (точки а, б, в, г, д, е, ж — рис. 2) не

удаётся получить острой кромки в осевом сечении отверстия даже при наличии ее на инструменте. В заготовке получаются скругления вместо точки пересечения линий профиля. Во впадинах отверстия (точки *a, б, в, г, е, ж*) величина искажений (радиус скругления $R_{м1}$ определяется режимом обработки) не зависит от угла профиля, достигает при мягком режиме № 1 незначительной величины — в пределах 0,1÷0,2 мм (см. таблицу) и практического значения не имеет.

Величина скругления на выступающих участках профиля отверстия (точка *д*) — $R_{м2}$ зависит только от угла профиля и в ряде случаев выходит за пределы допустимых притуплений острых кромок на этих участках отверстия вырубных матриц. Значения $R_{м2}$ следующие:

угол профиля, град.	15	30	45	60	90
$R_{м2}$ (материал электродов—латунь, У8А) . . .	0,30	0,30	0,40	0,60	1,10

Притупление острых кромок выступов объясняется образованием нароста во впадине инструмента, профилирующей выступ. Нарост представляет собой металлическую пыль, образующуюся при обработке и заполняющую зазор между инструментом и заготовкой. Вследствие большой скорости движения этой пыли (стружки) в направлении от заготовки к инструменту, заклинивающего действия угла профиля инструмента и высокой температуры металлических частиц последние образуют во впадине инструмента достаточно прочный нарост, что искажает указанные участки профиля отверстия.

Во избежание этого рекомендуется использовать переменный ток и обратную полярность, понижающие указанные выше значения $R_{м2}$ соответственно на 30 и 50%. Однако к этим мерам следует прибегать только в крайних случаях, так как они (особенно применение обратной полярности) вызывают значительно больший износ инструмента, чем обычная обработка при прямой полярности. Вполне удовлетворительные результаты можно получить, периодически удаляя нарост в процессе обработки механическим путем (соскабливанием), если нет опасности нарушить относительное положение инструмента и прошиваемого отверстия (т. е. при сечении инструмента не менее 5—6 мм²).

Технико-экономическая оценка электроискрового способа. Электроискровой способ повышает стойкость штампов. Увеличение стойкости режущих кромок вырубных матриц объясняется улучшением физико-механических свойств поверхностных слоев под непосредственным действием искрового разряда. Поверхностные слои, нагревающиеся до температуры плавления, в процессе электроискровой обработки претерпевают значительные структурные изменения на глубину 50—100 мк. Кроме того, они насыщаются элементами, содержащимися в жидком диэлектрике, в котором проводится обработка. Эти элементы образуют большое количество карбидов, повышая твердость и износоустойчивость поверхностных слоев.

В типовую электроискровую обработку вырубной матрицы с рабочим отверстием сложной конфигурации входят: отрезка заготовки, строжка (фрезеровка) шести плоскостей под угольник, сырая шлифовка четырех базовых плоскостей под угольник, разметка, обработка монтажных отверстий, термическая обработка, электроискровая обработка рабочего отверстия.

В отличие от типовой технологии изготовления матрицы механическим способом, самая ответственная операция обработки рабочего отверстия здесь вынесена в конец всего цикла, а термическая операция приближена к заготовительным, что значительно сокращает процент брака сложных матриц в термических цехах.

Чтобы установить границы, в пределах которых электроискровой

способ изготовления матриц рентабелен, учитывались все расходы, влияющие на себестоимость при обоих вариантах обработки.

Главными составляющими стоимости изготовления матриц были приняты: 1) материал, 2) рабочая сила, 3) накладные расходы.

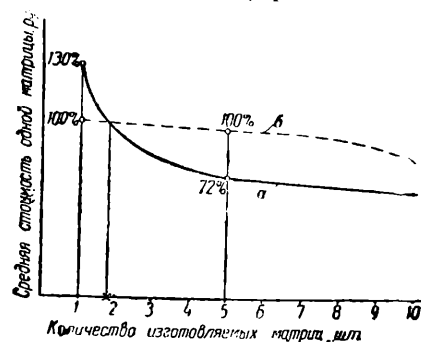


Рис. 3. Стоимость матрицы в зависимости от масштаба производства при обработке.

а — электроискровой, б — механической

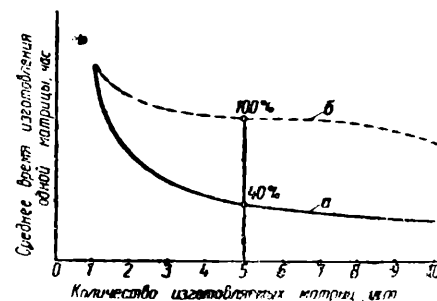


Рис. 4. Продолжительность обработки матрицы в зависимости от способа обработки.

а — электроискровой, б — механической

На рис. 3 показана средняя стоимость одной матрицы в зависимости от общего их количества. Рис. 4 характеризует среднее время обработки одной матрицы. На рис. 5 даны в логарифмической сетке кривые стоимости матрицы, приходящейся на единицу штампованной продукции в зависимости от масштаба производства, отражающие влияние стойкости матриц.

При построении кривых полная стоимость матрицы, изготовленной механическим способом, была принята при работе по стали на средних толщинах (0,8—1,5 мм) по нормативам — 200 000 изделиям.

Приведенные кривые показывают, что наибольший экономический эффект электроискровая обработка матриц дает при массовом производстве; однако и при мелкосерийном производстве она снижает стоимость, поскольку лишь в редких случаях заказывается менее двух матриц из соображений возможного термического брака и выкрашивания режущей кромки при работе штампа. Нужно учесть также, что при построении кривых были приняты несовершенные конденсаторные электрические схемы, к. п. д. которых не превышает 50% и которые в ближайшем будущем должны уступить место более совершенным. Это отразилось на стоимости электроискровой обработки.

Анализ стоимости производства матриц при электроискровой обработке показывает, что значительная доля ее ложится на изготовление электрода-инструмента. Другими словами, отсутствие методов дешевого изготовления электрода-инструмента служит большим препятствием для полной замены механического способа обработки фасонных матриц электроискровым. Это препятствие должно и может быть устранено, учитывая, что электрод-инструмент может быть изготовлен из любых токопроводящих материалов, вплоть до самых мягких и пластичных в холодном состоянии, позволяющих легко изменять их форму любым путем.

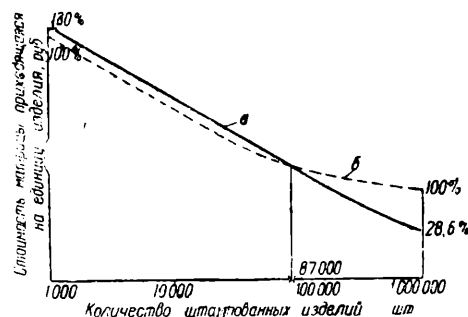


Рис. 5. Стоимость матрицы на единицу штамповой продукции при обработке.

а — электроискровой, б — механической

К истории развития московского машиностроения

(Очерк к 800-летию Москвы)

Заслуж. деят. науки и техники, проф., д-р Э. А. САТЕЛЬ

Москва истари была крупным центром русской металлообрабатывающей промышленности. Чуть ли не с первых дней основания ее в ней вырабатывались лемехи, косы, серпы — для земледелия, топоры, ножи, котлы — для домашнего обихода, мечи, сабли, копья, рогатины — для войны и охоты.

В середине XVII столетия на реке Яузе была устроена «ствольная мельница», где вытачивались ружейные стволы.

Первые сведения о появлении на Руси артиллерийских орудий относятся к 1389 г., последнему году княжения московского князя Дмитрия Донского. В 1479 г. была построена в Китай-городе «пушечная изба». Этот первый русский пушечно-литейный завод после пожара 1489 г. был перенесен на Неглинку. Так, в центре Москвы, примерно там, где теперь проходит Пушечная улица, возник Государев Пушечный двор. Здесь отливались пушки, выделялось холодное железное орудие и другие необходимые для армии и населения металлические изделия.

Имена русских литейщиков часто встречаются на образцах отлитых ими пушек. В первой половине XVI в. было известно имя мастера Кашпира и его ученика Андрея Чохова, который отлил знаменитую Царь-Пушку калибром 890 мм.

В 1641 г. в Москве уже насчитывалось 152 кузницы, большинство из которых было расположено вдоль реки Неглинной у Кузнецкого моста.

Сохранившиеся памятники и образцы говорят о значительном развитии русской технической мысли и изобретательства в этот «московский» преимущественно период развития русской металлопромышленности. Многие конструктивные идеи, впоследствии претворенные в жизнь, появились в Московской Руси ранее, чем на Западе. Это относится к попыткам создания огнестрельного оружия для повторной стрельбы, к системе зарядания с казенной части, применению нарезов, клинового затвора и т. п.

Широкие задачи, поставленные Петром I, войны, которые он вел, породили большую потребность в самых разнообразных металлоизделиях, особенно в пушках, ружьях и другом вооружении. Как свидетельствуют многочисленные указы Петра, он заботился о расширении производства, об организации новых заводов и щедро предоставлял фабрикантам привилегии. И хотя новые заводы строились в значительной мере уже вне Москвы, московская металлопромышленность продолжала развиваться. Зарождались и новые виды ее. Так, в 1764 г. заключены контракты с чужеземными мастерами Фаци и Феррье, которые обязались взять в обучение 12 мальчиков в возрасте 12—15 лет; другой иноземный мастер Буше по контракту обязывался обучить своему ремеслу 20 учеников. Эти ученики набирались в большинстве в Москве и по возвращении из иноземного обучения насаждали новые ремесла.

В конце XVIII и начале XIX вв. значительный подъем машиностроения был связан с крупными техническими открытиями — появлением паровой машины, паровоза, парохода. С изобретением паровой машины связано зарождение механизированной промышленности, а вместе с тем и развитие фабрик и заводов. В 1790 г. построена в России первая паровая машина. В этом же году основан первый частный механический завод в Петербурге, а в 1802 г. — завод с.-х. машин и орудий в Москве.

В 1805 г. в хлопчатобумажной промышленности установлен первый паровой двигатель и введено машинное производство. В 1809 г. на полотняной Александровской мануфактуре начали работать первые льнопрядильные машины.

Отечественная война 1812 г. и пожар Москвы, естественно, задержали на некоторое время развитие Московской обрабатывающей промышленности. Но, несмотря на все неблагоприятные условия, рост механизации русской промышленности продолжался.

В Москве в начале XIX в. развивались преимущественно хлопчатобумажные, льнопрядильные и льноткацкие, шерстопрядильные и ткацкие фабрики. Московское машиностроение было направлено главным образом на обслуживание нужд этих видов промышленности. Хотя машины производились на небольших заводах, в целом машиностроение Москвы все же росло и крепло. Этот рост обусловил необходимость готовить машиностроительные кадры, и в начале 30-х годов прошлого столетия в Москве открывается ремесленное училище, готовившее ремесленников. Ремесленное

училище начинает готовить искусных мастеров с достаточными теоретическими познаниями. В 60-х годах оно было реорганизовано в высшее учебное заведение, имевшее своей задачей готовить инженеров, преимущественно для промышленности Москвы и Центрального района. Так постепенно выросло МВТУ—Московское Высшее техническое училище, один из основных очагов русской машиностроительной школы.

Новые экономические условия, созданные усилением капитализма в России, отменой крепостного права, явились стимулом развития механизированной промышленности. Этому же опосредствовало расширение железнодорожной сети. Так, один из крупнейших машиностроительных заводов Московской области—Коломенский (теперь—завод им. Куйбышева)—вырос из небольших подсобных мастерских, сооруженных при постройке Москворецкого и Окского ж.-д. мостов.

В 1866 г. в России было лишь несколько механических бумаготкацких фабрик, а в 1879 г. их число дошло до 92. К концу же XIX в. только для переработки льна и хлопка в России было 720 механизированных фабрик. Общая стоимость их оборудования достигала 247 млн. руб., из которых 66 млн. руб. составляли машины, выпущенные молодой русской машиностроительной промышленностью.

Наряду с постройкой больших казенных машиностроительных заводов (преимущественно в Петербурге) и больших или средних заводов, возникавших при поддержке казны в качестве акционерных предприятий со значительным участием иностранных капиталов, строились небольшие машиностроительные заводы, на которых иногда было занято всего несколько десятков рабочих. Заводы, имевшие 200—300 рабочих, считались уже значительными предприятиями.

Мелкие заводы часто вырастали из небольших ремесленных мастерских. Так возникли многие из теперешних Московских заводов—«Красный пролетарий», «Компрессор», «Борец», «Красная Пресня» и некоторые другие. Правда, после реконструкции, проведенной за последнее тридцатилетие, они очень мало похожи на те технически несовершенные заводики, какими они были в конце XIX и начале XX вв.

Следует сказать, что эти небольшие заводы благодаря талантности русских рабочих и инженеров (а в это время русские машиностроительные школы подготавливали уже значительное количество инженеров-машиностроителей разных специальностей) в те годы создавали сложные по тому времени машины. Так, Коломенский завод выпускал дизели, паровозы, теплоходы, вагоны. Его инженеры и мастера были пионерами постройки речных дизельных теплоходов для Волжского флота. Завод «Красный пролетарий» (тогда бр. Бромлей) производил крупные станки для ж.-д. мастерских, паровые машины для городских насосных станций, газогенераторные двигатели. Тормозной завод вырабатывал автоматические тормоза для ж.-д. составов, завод «Борец» (б. Г. Лист)—насосы для городского хозяйства и заводов, завод «Компрессор» (б. Дангауер и Кайзер)—машины и аппаратуру для химической промышленности, «Динамо» (б. ВКЭ)—простые типы электрооборудования—динамо и электромоторы, Мытищенский завод—пассажирские и трамвайные вагоны, завод им. Ильича (б. Гоппер)—трансмиссии.

Одновременно, несмотря на все неблагоприятные условия, в России развивалась и крепла машиностроительная техническая школа. На заводах возникали достаточно сильные конструкторские бюро. Работы таких бюро, как дизельное, паровозное, теплоходное Коломенского завода, насосное бюро завода Г. Лист, бюро по котлостроению и металлоконструкциям В. Г. Шухова на заводе Бари пользовались известностью и за рубежом.

Кафедры Московского Высшего технического училища, Московского института путей сообщения и некоторых других высших учебных заведений выдвинули ряд блестящих ученых, которые создали собственные технические школы. Можно назвать имена профессоров—Н. Е. Жуковского (аэродинамика и гидродинамика), В. И. Гриневецкого (тепловые двигатели), Н. И. Мерцалова (металлоконструкции), А. П. Гавриленко (технология металлов) и др.

Крупную роль в развитии Московской машиностроительной школы сыграло Политехническое общество, объединявшее инженеров, окончивших Московское Высшее техническое училище.

Однако в целом машиностроение в Москве, как и во всей царской России, стояло на весьма низком уровне. В большинстве заводы имели низкие, недостаточно освещенные, плохо вентилируемые цехи, изношенное оборудование. Производство носило мелкосерийный или индивидуальный характер, мало применялись приспособления, формовочные машины (хорошее качество продукции обычно обуславливалось лишь высоким мастерством московских токарей, слесарей, кузнецов, литейщиков).

Роль русского машиностроения в удовлетворении потребности страны в машинах была невелика. Большинство машин ввозилось. Так, даже развитая текстильная промышленность Москвы и ее районов была вынуждена покупать все прядильные машины, сложные ткацкие станки, красильно-аппаратурные машины за границей.

Импортировалось и большинство металлообрабатывающих станков, сложные электромашины, турбины, кузнечные, литейные, кожевенно-обувные машины, автомобили, тракторы, самолеты, тяжелые машины для металлургии, горнорудного дела и другое оборудование.

В годы первой мировой войны многие московские машиностроители честно выполняли свой долг перед Родиной. На большинстве московских заводов было поставлено производство снарядов, взрывателей. Развернулось производство станков для обработки снарядов; специальные станки «Грачева», изготовлявшиеся в значительном количестве заводом «Красная Пресня» (б. Грачева), были широко известны за пределами Москвы. Однако царское правительство не сумело использовать патристический порыв, любовь к родине, техническую талантливость русских машиностроителей, и армия остро нуждалась во многих и многих предметах вооружения и технического оснащения.

Из империалистической войны 1914—1918 гг. и гражданской войны московское машиностроение, как и все советское машиностроение, вышло значительно ослабленным. Количество рабочих уменьшилось, объем производства значительно снизился, производительность труда резко упала. Заметно сократились работы проектных технических бюро на заводах, специализированных экспортных бюро, а также общественно техническая деятельность московского Политехнического общества.

В 1918—1919 гг. все московские машиностроительные заводы были национализированы. В 1920 г. они были переведены на хозяйственный расчет и объединены в тресты. Часть московских заводов вошла в общегосударственные тресты — Коломенский и Мытищенский заводы — в ГОМЗ (государственное объединение машиностроительных заводов), завод Динамо — в электромашиностроительный трест центрального района, и т. д. Основная же масса московских машиностроительных заводов была объединена в два треста, находившиеся в ведении Московского Совета народного хозяйства. В Московский машиностроительный трест (Мосмаштрест) вошли заводы «Серп и Молот», «Красный пролетарий», «Борец», «Красный факел», «Котлоаппарат» (ныне «Компрессор»), «Красная Пресня», Климовский, «Парострой», им. Ильича, «Пролетарский труд». В Московский трест заводов средней промышленности (Моссредмаш) была включена группа более мелких машиностроительных заводов.

В первые же годы восстановительного периода стало восстанавливаться и машиностроение. Восстановление сопровождалось коренной перестройкой машиностроительной промышленности. В основу ее развития был положен государственный план; началось внедрение передовой, наиболее совершенной техники, социалистических методов труда, развернулась борьба за повышение его производительности. Значительно расширилась номенклатура выпускаемых машин, которые по своему техническому совершенству, производительности и экономичности стояли на уровне передовой в те годы мировой техники.

Техническая работа в Московской машиностроительной промышленности развивалась в направлении, которое было сформулировано товарищем И. В. Сталиным в его отчете XIV съезду ВКП(б): «...Мы должны поставить дело так, чтобы помыслы и стремления хозяйственников были направлены в эту именно сторону, в сторону превращения нашей страны из страны «ввозящей оборудование, в страну производящую оборудование».

В восстановительный период на московских машиностроительных заводах было начато производство многих новых видов машин, в том числе и автомобилей, самолетов, авиационных двигателей.

На Коломенском заводе было организовано среднесерийное производство тракторов, а на заводах Мосмаштреста производство ранее импортировавшихся быстроходных дизелей средней мощности, серийное производство токарных станков, литейных машин, компрессоров, ткацких автоматов, коженно-обувных машин, водяных турбин, быстроходных лесопильных рам, марганцовистого литья и др. На заводах «Геофизика», «Гесдезия», «Авиаприбор» и некоторых других развивалось приборостроение.

Уже в первые годы (1921—1925) восстановительного периода советские машиностроители начинают работать над улучшением организации производства, совершенствовать технологию, вводить новейшие приспособления, внедрять поточные методы.

К 1927 г. размеры производства московских машиностроительных заводов и их техническое состояние были значительно выше уровня 1913 г. На их оснащение вкладывались значительные средства. Работа по развитию машиностроения в этот период получила большую стройность. Крупнейшую роль в разработке технических вопросов развития московского машиностроения сыграл зародившийся в эти годы Мосгипромаш (Московский государственный институт по проектированию машиностроительных заводов). Им были разработаны проекты развития московского машиностроения в целом, а также многих отдельных групп заводов — ГОМЗ, Мосмаштреста, Моссредмаша и др.

В годы Сталинских пятилеток большинство московских машиностроительных заводов — «Красный пролетарий», Коломенский им. Куйбышева, Люберецкий, «Серп и Молот», «Компрессор», им. Ильича, «Динамо» им. Кирова и др. подвергалось коренной реконструкции. На старом месте, но, по существу, новым заводом по масштабу работы, по техническому содержанию и оснащению стал автомобильный завод им. Сталина в Москве. Было построено много первоклассных предприятий по самым разнообразным отраслям машиностроения, в том числе — завод им. Орджоникидзе, Завод шлифовальных станков, 1-й Государственный подшипниковый завод им. Кагановича, «Фрезер» им. Калинина, литейный завод Станколит и мн. др.

Подводя итоги первой пятилетки, 7 января 1933 г. товарищ Сталин говорил: «... У нас не было автомобильной промышленности. У нас она есть теперь».

«У нас не было станкостроения. У нас оно есть теперь».

«У нас не было действительной и серьезной промышленности по производству сельскохозяйственных машин. У нас она есть теперь».

В развитии всех этих и многих других видов машиностроения московские машиностроители занимали почетное место.

В годы второй пятилетки московское машиностроение продолжало развиваться, решая поставленную товарищем Сталиным задачу — реконструировать в техническом отношении все отрасли промышленности, транспорта, сельского хозяйства.

В развившемся стахановском движении Москва играла значительную роль, выдвинув своих знатных стахановцев.

Для разработки новых типов машин, для создания новой технологии машиностроения в Москве был организован ряд крупнейших научно-исследовательских институтов: по тяжелому машиностроению (ЦНИИТМАШ), станкостроению (ЭНИМС), автотракторостроению (НАТИ), по авиационному материаловедению (ВИАМ) и др., а позже, уже в годы третьей пятилетки, — Институт машиноведения Академии Наук СССР.

Москва становится крупнейшим научным центром машиностроения.

Вместе со всей страной московские машиностроители приступили к решению задач послевоенной пятилетки, помня слова товарища В. М. Молотова на XVIII съезде партии о том, что «... Нам нужно не всякое машиностроение, нам нужно развитие передового машиностроения, стоящего в полной мере на уровне главных достижений мировой техники...».

Вероломное нападение коварного врага прервало мирный труд московских машиностроителей. Несмотря на эвакуацию значительной части машиностроительных заводов, Москва развернула крупное производство боеприпасов, вооружения и снаряжения для нашей доблестной Красной Армии, используя все новые технологические навыки, накопленные в предвоенный период.

Сейчас московское машиностроение почти залечило раны, нанесенные войной, восстановило потери в оборудовании и вместе со всей страной упорно и настойчиво работает над решением задач, поставленных товарищем Сталиным в его речи 9 февраля 1946 г. перед избирателями Сталинского Округа г. Москвы и записанных в законе о новом пятилетнем плане.

Успешное развитие московского машиностроения за много сот лет, любовь к Родине и накопленные передовые технические навыки являются залогом успеха в решении этих задач.

Московские литейщики XIV—XVII вв.

Лауреат Сталинской премии, д-р техн. наук, проф. Н. Н. РУБЦОВ

Со второй половины XIV в. Москва становится одним из наиболее сильных и богатых русских княжеств, закрепляет за собой ведущую политическую роль. Постепенно Москва начинает возглавлять и русское литейное искусство. Об этом свидетельствуют многие примеры. Так, когда в 1342 г. новгородский епископ Василий пожелал украсить Софийский собор в Новгороде новым большим колоколом, он привез из Москвы «мастера добра, именем Бориса». В 1420 г.: «не обретеши псковичи такова мастера в Пскове, ни в Новгороде, кому лити свинчатые доски, а к немцам слаша в Юрьев и погани не даша мастера, и приехал мастер с Москвы от Фотия митрополита и научи Федора мастера св. Троицы»¹.

Свое первенствующее положение в литейном производстве Москва окончательно утвердила в царствование Ивана III после постройки первого русского литейного завода «Пушечная изба» (позднее «Пушечный двор»). Здесь русские мастера, освоившие приемы итальянских литейщиков, создали самобытную московскую школу. Московские мастера были творцами таких выдающихся образцов литейного искусства, как Царь-пушка (рис. 1 и 2), колокол Реут, большой Успенский колокол царя Алексея Михайловича, Звенигородский и Ростовские колокола и т. д. Московские литейщики разъезжали по всей Руси, насаждая производство колоколов и пушек. В 1688 г. известный мастер Яков Дубинин был послан из Москвы в Псков «для литья пищаля Ракомыжской, которая в прошлом 195 г. (1687), в пожарное время, растопясь, переломилась»¹. В 1689 г., московский литейный мастер Флор Терентьев отправился в Ростов Великий и Псков для отливки колоколов. Московские мастера устраивают литейные мастерские для отливки пушек в Киеве, после занятия его войсками Алексея Михайловича.

¹ Дополнения к актам историческим, ДАП, XII, стр. 18.

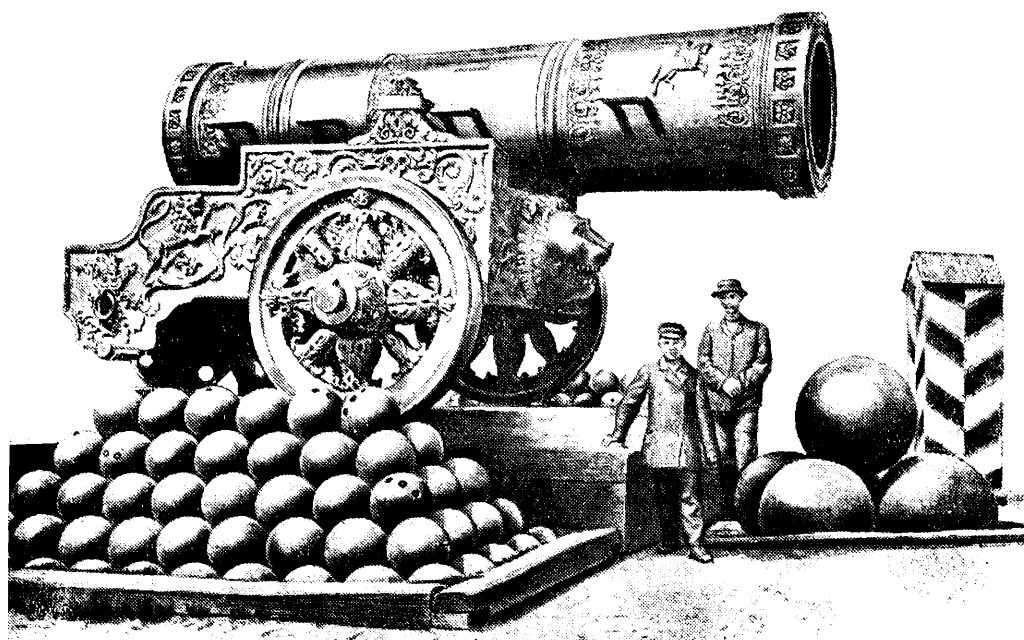


Рис. 1. Дробовик мастера Андрея Чохова „Царь-пушка“

Об искусстве и самостоятельности московских литейщиков красочно повествует современник: «Для отливки колокола в 8000 пуд. царь Алексей Михайлович сначала вызвал мастеров из Австрии и поручил им сделать колокол. Они попросили у него пять лет срока, чтобы его сделать, ибо, как нам потом пришлось видеть, труды по его изготовлению и приспособления, для этого требующиеся, весьма велики и бесчисленны. Рассказывают, что явился русский мастер, человек малого роста, невидный собой, слабосильный, о котором никому и в ум не приходило, и просил царя дать ему только один год срока. Он сдержал свое слово и исполнил обещание, изготовив колокол ранее истечения года².

Постепенно литейное мастерство становится наследственным, ремесленные навыки начинают передаваться из рода в род. Это было возможно лишь при условии, что литейщики работали артельно, или даже в собственных мастерских. Для того, чтобы завести такую мастерскую, не требовалось больших затрат: основным капиталом для предприятий того времени были опыт мастера и его известность как знатока своего дела; металл для отливок доставлялся заказчиком. Поэтому постройка плавильной печи и приобретение топлива были едва ли не единственными капитальными затратами для первоначального оборудования подобного «завода». При умелом ведении дела кустарная мастерская перерастала в завод. Так например, первые сведения о семье Моториных как о литейщиках относятся к 1617 г.; данные говорят о существовании колокольного завода Моторина в приходе у Сергия в Пушкарях (на б. Сретенке, ныне ул. Дзержинского).

Интересно отметить, что в числе московских литейщиков имена иностранных мастеров, крайне немногочисленных, буквально тонут в море русских имен.



Рис. 2. Изображение царя Федора Ивановича на „Царь-пушке“.

² Павел Аллепский, «Путешествие антиохийского патриарха Макария в Россию», М. 1896.

Среди иноземцев был приглашен знаменитый пушечно-колокольных и рудных дел мастер Ганс Фальк (1627 г.), о котором Олеарий сообщает следующие интересные данные: «Знаменитый литец орудий Ганс Фальк, когда он формовал свои орудия, то русские помощники должны были уходить, чтобы они не могли перенять этого искус-



Рис. 3. „Гафуница“ (гаубица, работа московского мастера Игнатия)

ства. Однако теперь, как говорят, они умеют лить и большие орудия, и колокола. И в минувшем (1653) году ученик означенного Ганса Фалька отлил большой колокол, который, будучи очищен, весил 7700 пуд. (Олеарий, стр. 207).

В XVII в. на русскую службу был приглашен шведский литейщик Юлиус Койет. Позднее, в 1649 г., при переговорах со шведами, состоявший у них секретарем его

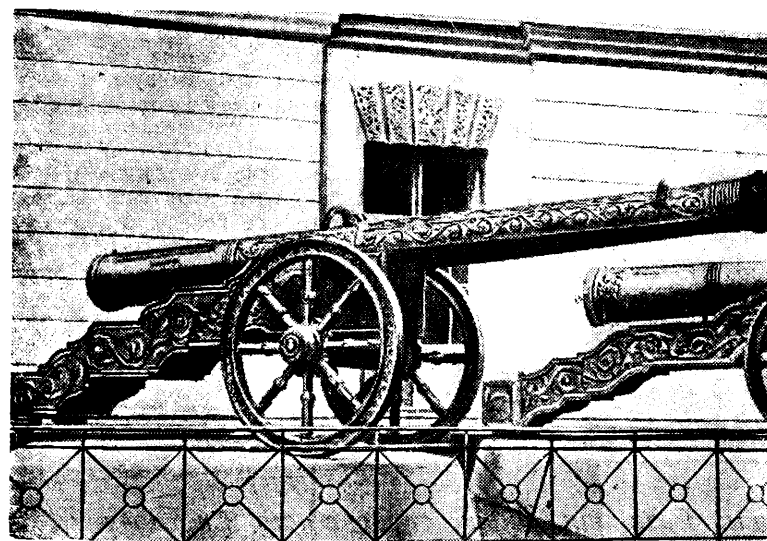


Рис. 4. Пищаль „Ахиллес“, работа мастера Андрея Чохова

сын Петр Койет говорил, что русские не доплатили Юлиусу Койету, который был пушечным мастером в Москве. Русские послы ответили, что из 104 пушек, сделанных Койетом, всего 32 пушки отстоялись, а другие не выдержали «на первой стрельбе разорвало»³.

Литейное производство находилось целиком в руках русских мастеров. Лучшие по отделке и красоте памятники литейного искусства оставили нам именно русские мастера (рис. 3), из которых особо следует отметить знаменитого «литца» Андрея Чохова, имевшего многочисленных учеников. Первое упоминание о нем относится к 1568 г., а последнее к 1629 г. На протяжении 61 года Чохов отлил известные

³ Курц Б. Г., Сочинения Кильбургера, К., 1915.

пушки и колокола московской Руси: пищаль «Лисица» (1575 г.), пушку «Единорог» весом 453 п. 35 ф. (1577 г.), знаменитый дробовик или «Царь-пушку» весом 2400 пуд. (1586 г.), пищаль «Перс» весом 357 пуд. (1588 г.), пищаль «Лев» весом 344 пуд. (1590 г.), пищаль «Троиц» — 430 пуд. (1590 г.), пушку «Аспид» (370 пуд.), «Скоропея» (224 пуд.), мортиру Дмитрия Самозванца, пищаль «Ахиллес» (рис. 4) и др. В 1622 г. Андрей Чохов отлил огромный колокол «Реут» весом 2000 пуд., за что был пожалован «государевым жалованьем» (деньгами и сукнами).

Кроме Чохова, прославились литейщики Семен и Яков Дубинины, Мартыян Осипов, неоднократно получавшие «государево жалование» за свое мастерство. Знаменитая семья московских литейщиков Моториных занималась отливкой колоколов, отличавшихся высоким мастерством. Отлитый Иваном Моториным вместе с сыном Михайлом знаменитый «Царь-колокол» (12 000 пуд.) был и остается изумительным образцом литейного искусства, поражая не только своей величиной, но и художественным выполнением. «Один сей, лежащий в земле исполин, свидетельствует красноречивее многих исписанных страниц о гениальных способностях этого человека» — писал об Иване Моторине один из первых исследователей⁴.

В те времена мастер отвечал за все, и за формовку, и за формовочные материалы, и за отливку, и за печи. Мерами борьбы с браком были штрафы, исправление брака за счет мастера, наказание батогами, сажание на цепь. Известен суровый приказ Петра: «А буде мастера московские учнут пушки лить опять кривороты, со всякими охулками, худые и к делу негодны, и им сказать: буде в том не исправятся — быть из них кому повешену».

Московское правительство внимательно следило за развитием и успехами пушечно-литейного производства на Западе, чтобы не отстать от своих соседей. Для этого своевременно выписывались образцы новых орудий и русским литейщикам тотчас же поручалось отлить новые пушки «против образца голландские пищали», или же «по немецкому образцу».

Для отливки пушек как на Пушечном дворе, так и во всех его отделениях хранилась «ропись пищальных образцов — артиллерийским пушкам со всякими запасы, что к тому строению надобно и почем те пушки ценою стали»⁵.

Установлено, что Пушкарский приказ имел собственную техническую библиотеку.

Славные традиции, созданные такими мастерами, как А. Чохов, М. Осипов, Я. Дубинин, И. Моторин хранили с честью следующие поколения русских литейщиков. Когда над родиной нависала военная опасность, они все свое искусство приносили на защиту отчизны. Так было после Нарвского сражения, когда московские литейщики в небывало короткий срок создали более совершенную и многочисленную артиллерию взамен потерянной. Так было во время Севастопольской обороны, когда молодой Луганский завод, снабжая ядрами и бомбами севастопольский гарнизон, дал последнему возможность продержаться 11 мес.

В годы Великой Отечественной войны московские литейщики неутомимо снабжали Красную армию артиллерией, снарядами, броней и другими видами вооружения, отдавали все свои силы и умение на дело полной победы над врагом.

⁴ Иванов П., «Исторические сведения о большом колоколе, лежащем в московском Кремле», М., 1835.

⁵ Богоявленский С. К., «О пушкарском приказе», стр. 372.

Главная Редакция Энциклопедического Справочника „Машиностроение“ извещает читателей о выходе в свет следующих томов „Справочника“:

т. 1 книги 1 и 2 „Инженерные расчеты в машиностроении“;

т. 4 „Материалы машиностроения“;

тт. 5 и 6 „Технология производства машин“,

т. 14 „Проектирование машиностроительных заводов“.

Находится в печати т. 3 „Материалы машиностроения“.

КРИТИКА и БИБЛИОГРАФИЯ

За высокую идейность в научно-технической литературе

Великая Октябрьская Социалистическая Революция произвела переворот не только в области социальных и экономических отношений, но и в идеологии трудящихся нашей страны. Она создала все необходимые условия для воспитания трудящихся в коммунистическом духе, для широчайшего распространения идей Маркса-Энгельса-Ленина-Сталина. Именно поэтому марксистско-ленинское мировоззрение стало могучим средством прогрессивного развития нашего советского общества.

Превосходство советской идеологии над буржуазной с особой силой проявилось в победоносном окончании Великой Отечественной войны, когда советская идеология одержала верх над звериной, человеконенавистнической идеологией фашизма. Советская идеология является одним из источников могущества нашего государства; именно она направляет творческую деятельность советских людей на создание коммунистического общества.

Таланты, которые душили капитализм, получают в советском обществе возможность безграничного развития. Только этим можно объяснить творческое движение новаторов техники, огромный размах стахановского движения, неукротимую энергию всех советских людей в борьбе за преодоление послевоенных трудностей, за победу новой Сталинской пятилетки, за могучий расцвет нашей Родины.

Идеей научно-технического прогресса пронизан весь послевоенный Сталинский пятилетний план, предусматривающий дальнейший технический прогресс во всех отраслях народного хозяйства СССР, как условие мощного подъема производства и повышения производительности труда.

С огромным творческим подъемом работает наша советская интеллигенция, наши ученые, стремящиеся выполнить указание товарища Сталина — догнать и превзойти все достижения науки за пределами нашей страны.

Задача состоит в том, чтобы лучшие достижения технической мысли были как можно быстрее и глубже внедрены в производство, чтобы передовые методы послужили источником мощного подъема производительности труда во всех отраслях народного хозяйства. В этом деле исключительно ответственную роль призвана сыграть наша советская книга. За 30 лет советской власти наши издательства выпустили около 11 мил-

лиардов экземпляров книг. Эти книги явились могучим орудием в воспитании трудящихся в духе коммунистической идеологии. Они способствовали мобилизации всего народа на строительство социализма в нашей стране; они несли в широчайшие массы народа идеи патриотизма и любви к своей советской Родине.

Десятки миллионов книг и журналов выпущены Государственным научно-техническим издательством машиностроительной литературы Машгиз. Создавая научную, учебную, справочную и производственную литературу для всех отраслей машиностроения и металлообработки, издательство Машгиз играет далеко немаловажную роль в организации технического прогресса, в деле широчайшего внедрения новой техники в производство с целью успешного выполнения Сталинского пятилетнего плана.

Уже в 1946 г. — первом послевоенном году, несмотря на огромные трудности, связанные с восстановлением пострадавшей во время войны полиграфической базы, Государственное научно-техническое издательство Машгиз не только достигло, но и превзошло уровень довоенного 1940 г. по тиражам более чем на 120%. В 1946 г. было выпущено литературы почти в три раза больше чем в 1945 г.

В 1947 г. должно быть издано свыше 400 книг и брошюр, общий объем которых достигает 4300 авторских листов.

К важнейшим задачам этого года следует отнести издание Энциклопедического справочника «Машиностроение», призванного систематизировать и распространить передовой опыт во всех отраслях машиностроения, а также восполнить недостаток в специальной технической литературе.

Энциклопедический справочник «Машиностроение» является уникальным изданием не только в нашей отечественной, но и в мировой научно-технической литературе. Над его созданием трудятся свыше 800 ученых и крупнейших специалистов-машиностроителей.

Специальным правительственным распоряжением уточнен объем и сроки выхода каждого тома Справочника. В настоящее время вышли: том 14-й, посвященный проектированию машиностроительных заводов, под редакцией канд. техн. наук Л. Я. Шухгалтера; 4-й том о материалах машиностроения, под редакцией члена-корреспондента Академии Наук СССР И. А. Одина; 1-й том,

содержащий технические расчеты в машиностроении, под редакцией заслуженного деятеля науки и техники проф. М. А. Саверина; 5-й и 6-й томы, охватывающие технологию машиностроения, под редакцией д-ра техн. наук, проф. В. М. Кован.

Издание Справочника предполагается закончить в начале 1949 г.

Издательством выпущен ряд справочников: трехтомный каталог-справочник по металлургическому оборудованию, для конструкторов и других инженерно-технических работников металлургического машиностроения; «Механизмы» проф. С. О. Доброгурского для инженерно-технических работников, связанных с проектированием различных машин и механизмов; книги инж. А. К. Горошкина «Приспособления для металлорежущих станков»; канд. техн. наук М. И. Клушина «Скоростное резание металлов» (справочник по режимам резания различных металлов на специальных станках); канд. техн. наук В. И. Анохина «Советские автомобили», т. I и др.

Издательство должно выпустить свыше 60 учебников для вузов, ремесленных училищ и курсовой сети повышения квалификации рабочих. Среди учебников для вузов: проф. Соколовский «Курс технологии машиностроения»; проф. Б. С. Балакшин «Технология станкостроения»; проф. Н. Ф. Болховитинов «Металловедение и термообработка металлов»; акад. Е. А. Чудаков «Расчет автомобиля»; проф. И. М. Ленин «Теория автомобильных карбюраторных двигателей». Для ремесленных училищ издаются: канд. техн. наук Д. Л. Глизианенко «Сварка и резка металлов»; инж. Буриштейн и Дементьев «Курс токарного дела»; В. Н. Федоров и А. В. Федоров «Инструментальное дело»; инж. А. А. Осветимский «Ремонт металлорежущих станков» и др.

Предполагается издать более 200 книг технико-теоретического и производственного характера, общий объем которых превысит 2 тыс. авторских листов. Из них уже вышли: канд. физ.-мат. наук Н. И. Еремин «Магнитная порошковая дефектоскопия»; инж. А. П. Торопанов «Модифицирование ковкого чугуна»; инж. Н. Е. Чернобаев «Литые в кокиль алюминиевые, магниевые и медные сплавы»; проф. В. А. Барун «Тонкое точение и скоростное фрезерование»; инж. Л. Я. Попилов «Электрополировка металлов»; проф. Г. А. Николаев и А. С. Гельман «Сварные конструкции и соединения»; инж. Н. Д. Портной и др. «Скоростная автоматическая сварка под слоем флюса»; д-р техн. наук С. А. Кантор «Регулирование турбомашин»; проф. Кириллов и Кантор «Теория и конструкция паровых турбин»; проф. В. К. Попов «Основы электроавтоматики»; проф. Г. А. Шаумян «Основы теории проектирования станков-автоматов»; проф. П. С. Афанасьев «Машины для деревообработки»; проф. А. С. Орлин «Двухтактные быстроходные двигатели»; доц. А. М. Иерусалимский «Мотоцикл (расчет и конструкция)» и другие работы.

Выпущен ряд книг по металлорежущим инструментам: канд. техн. наук Б. И. Костецкий и канд. техн. наук И. А. Ревис «Литой биметаллический режущий инструмент»; доц. И. Е. Буриштейн и др. «Протягивание»; канд. техн. наук К. П. Грановский «Фасонные резцы»; работа ВНИИ «Рациональная эксплуатация инструмента» и т. д.

По вопросам организации и экономики машиностроительного производства выходят работы: инж. В. И. Гостева «Автоматический контроль массовых автомобильных деталей»; канд. техн. наук А. Н. Малов «Автоматическая загрузка металлорежущих станков»; канд. эконом. наук А. Н. Ефимов «Подбор работ для многостаночников» и др.

Изданы также десятки инструкций по новым конструкциям автомобилей, локомотивов и сельскохозяйственных машин.

Государственное издательство Машгиз издает журналы «Вестник машиностроения», «Станки и инструмент», «Автогенное дело», «Автомобильная промышленность», «Котлотурбостроение», «Сельхозмашина» и некоторые бюллетени.

Наряду с большой положительной работой в деле пропаганды и внедрения в производство новой техники в работе отдельных редакций имеют место значительные упущения. Нет еще достаточной борьбы за идейность и политическую направленность наших научно-технических журналов.

В историческом постановлении ЦК ВКП(б) о журналах «Звезда и Ленинград» указано, что «наши журналы, являются ли они научными или художественными, не могут быть аполитичными... наши журналы являются могучим средством советского государства в деле воспитания советских людей и, в особенности, молодежи и поэтому должны руководствоваться тем, что составляет жизненную основу советского строя, его политикой».

Это требование партии относится и к научно-техническим журналам. В советской стране не может быть журнала, стоящего вне политики, журнала без определенной политической линии. Руководствоваться политикой, — это значит нести в массы великие идеи большевистской партии, пропагандировать марксистское мировоззрение, проводить в жизнь политику партии и советского государства, мобилизовать советских людей на борьбу за построение коммунизма в нашей стране.

Наши машиностроительные министерства и ведомства должны коренным образом улучшить руководство своими журналами: больше вникать в существо их работы, требовать от них правильного проведения технической политики в области машиностроения и металлообработки. Необходимо добиться, чтобы наши журналы были передовыми борцами за осуществление новой Сталиноской пятилетки, за технический прогресс в нашей стране.

Правильно проводить техническую политику в изданиях Машгиза, решительно бо-

роться с аполитичностью, с низкопоклонством перед иностранщиной в технической литературе — первостепенная задача работников издательства.

Правильно проводить техническую политику в наших научно-технических изданиях, — это значит всемерно бороться за технический прогресс в нашей стране, за внедрение новой техники в массовых масштабах производства, за неуклонное осуществление задач, поставленных новым пятилетним планом восстановления и развития народного хозяйства СССР, а следовательно, за всемерное ускорение построения коммунизма в нашей стране.

Газета «Культура и жизнь» в передовой «Улучшить работу центральных и местных издательств» от 20 августа 1947 г. отмечает: «Далеко не все сделано нашими издательствами по выполнению решений ЦК ВКП(б) об идеологической работе. Большевикская партия, советский народ, высоко оценивая роль идей в советском обществе, рассматривают каждое значительное произведение как свою победу, каждую хорошую книгу сравнивают с выигранным сражением или с крупными успехами на хозяйственном фронте. Однако некоторые центральные и местные издательства слабо борются за поднятие идейного уровня книг и выпускают работы, содержащие политические ошибки, исторические погрешности, зараженные чуждым советским людям низкопоклонством перед иностранщиной».

Хотя отраслевые редакции и отделения Машгиза значительно улучшили свою работу, все же еще недостаточно активно борются за технический прогресс в машиностроении, за осуществление основных задач, поставленных перед машиностроителями Сталинским пятилетним планом. В тематических планах издательства до сих пор еще мало работ, популяризирующих основные задачи пятилетнего плана восстановления и развития народного хозяйства СССР. Наши редакции еще неудовлетворительно борются за организованный, творчески сформированный тематический план изданий, не заставляют машиностроительные министерства более активно заниматься вопросами создания актуальной для них литературы. Некоторые наши редакторы зачастую ограничиваются только случайно предложенными им (авторами) темами и некритически подходят к ним. В этом особенно ярко сказывается аполитичность, безидейность, политическая отсталость редакторов. Чем, как не этим пороком, следует объяснить, например, недопустимо низкий процент книг в тематическом плане на 1947 г. (да и в наметках отдельных редакций на 1948 г.), освещающих вопросы механизации и автоматизации производственных процессов, — этой важнейшей задачи Сталинского пятилетнего плана.

Высшей формой механизации труда является автоматизация производства. Еще год тому назад «Правда» в своей передовой статье «Важная задача новой пятилетки» отмечала: «Не мало предстоит сделать и

в области популяризации автоматизации. Недостаточно освещаются на страницах нашей технической и общей печати конкретные примеры технико-экономического эффекта автоматизации». Далее «Правда» пишет: «Почти нет у нас завода, который не имел бы в своем составе лаборатории, мастерской, группы энтузиастов автоматизации. Одна из благородных задач советской технической науки — вооружить эту армию энтузиастов необходимым теоретическим оружием, дать ей в руки соответствующую техническую литературу — справочники, руководства, с помощью которой она могла бы технически грамотно строить, монтировать и применять на практике автоматизацию производства».

Работникам Государственного научно-технического издательства Машгиз необходимо срочно наверстать упущенное. Для этого следует возможно шире популяризировать на страницах наших книг и журналов передовые достижения в области механизации и автоматизации производственных процессов.

Недостаточно освещают наши редакции также вопросы новой технологии, повышения производительности труда. Как известно, технический прогресс в промышленности выражается не только в переходе к выпуску машин более высокого класса, но и в применении более совершенных способов производства этих машин, т. е. в применении передовой технологии. В постоянном улучшении технологии заложены крупные резервы роста производства, удешевления продукции, улучшения всей экономики предприятия.

Наряду с коренными изменениями технологии, являющимися результатом научных открытий и изобретений (электротехнология, автоматическая сварка и т. д.), большое значение имеет также крайне ценная повседневная работа по рационализации существующих технологических процессов. Славное патристическое начинание технолога Кировского завода на Урале Александра Иванова наглядно подтверждает, какие замечательные результаты дает обновление и усовершенствование технологии. Его опыт тем и поучителен, что он доступен любому передовому технологу. Вслед за технологами выступают мастера. Широко известен почин мастера московского завода «Калибр» Николая Российского, который добился коллективной стахановской работы на своем участке.

К сожалению, наши редакторы еще вяло, пассивно реагируют на такие события, совершенно недостаточно популяризуют через наши издания передовой опыт технологов и мастеров.

В то время как еще чувствуется острый недостаток изданий по животрепещущим вопросам новой техники, наши редакции подходят недостаточно серьезно к отдельным рукописям, в результате чего нередко появляются малоценные книги. К таким книгам следует отнести работу Б. М. Покорного «Расчет коленчатого вала на крутильные колебания», которая справедливо под-

верглась критике в № 7 журнала «Советская книга»; работу Н. Р. Гончарова «Определение напряжений в деталях машин посредством тензометрирования и лаков», издание ленинградского отделения Машгиза, которая квалифицирована рецензентами: А. А. Бобровым, Н. И. Пригоровским и Н. П. Раевским, как безграмотная, вводящая читателя в заблуждение макулатура.

Работники отделений и редакций Машгиза обязаны повысить требования к авторам, отвергать предложения малоквалифицированных и недостаточно авторитетных в технике людей. Редакции обязаны шире привлекать в качестве авторов новаторов производства и оказывать им необходимую помощь в творческой литературной работе.

Редакционные работники должны систематически повышать свой идейно-политический уровень. Редактор должен быть основной политической фигурой издательства, неустанно бороться с аполитичностью в наших изданиях, с преклонением перед иностранщиной. Еще до сих пор у отдельных авторов и редакторов не изжито вредное представление о том, что техническая книга или статья в техническом журнале может быть аполитична, что пропаганда идей советского патриотизма и воспитание чувства национальной гордости у советских людей не может якобы найти отражения в технической литературе и свойственна лишь политической и художественной литературе. Эти люди не понимают, что техническая книга является мощным идеологическим оружием нашей партии и советского правительства.

Советская книга, освещающая ту или иную техническую проблему, должна обобщать не только опыт отечественной науки и техники, но также использовать все наиболее ценное, встречающееся в иностранной науке и технике. Однако использование зарубежного опыта должно быть критическим, таким, которое не вредит, не унижает нашу советскую науку, не умаляет честь и достоинство советских людей, а способствует развитию нашей науки и техники и соответствует интересам нашего государства. Между тем, подчас некоторые авторы относятся ко всему иностранному опыту с чуждым нам подобострастием, совершенно не разбираясь в том, что действительно полезное в нем, прене-

брегают ценным, более совершенным опытом, накопленным в нашей стране.

Дух низкопоклонства и незаслуженного поднятия на щит иностранных имен чаще всего проявляется у малоквалифицированных людей, которые, стремясь показать свою «эрудицию», некритически используют иностранные источники сомнительной ценности. Зачастую такой автор «украшает» свою рукопись десятками иностранных имен, приписывая иностранцам авторство в изобретениях или технических усовершенствованиях, искажая при этом исторические факты и нанося ущерб приоритету русской науки и техники.

Подобные серьезные недостатки в работе издательства во многом объясняются низким уровнем критики и самокритики среди работников издательства, совершенно недостаточным критическим разбором и обсуждением отдельных изданий на авторских и редакторских коллективах. Необходимо объявить жестокую борьбу с такими фактами, когда при подборе авторов, редакторов и рецензентов решающую роль играют приятельские отношения.

За три десятилетия партия большевиков воспитала в советских людях великолепные моральные качества, которые с исключительной силой проявились в Великой Отечественной войне, а теперь проявляются в массовых трудовых подвигах народа. Любовь к Родине, патриотическая гордость за ее славные дела, стойкость и мужество, настойчивость в достижении поставленной цели, умение не бояться трудностей, преодолевать их упорным трудом стали подлинными национальными чертами советского народа. Чувство достоинства советского человека основано на сознании превосходства нашей советской социалистической культуры над буржуазной культурой, находящейся в состоянии разложения.

Нам, работникам печати, стоящим на передовой линии идеологического фронта, необходимо еще выше поднять нашу социалистическую культуру, науку и технику, всемерно бороться за осуществление политики партии и правительства на деле, пронализировать наши издания высокой идейностью, патриотизмом, сделать их подлинными носителями технического прогресса — вкладом в общее дело построения коммунизма в нашей стране.

Инж. Ю. П. КОНЮШАЯ

Рецензия

Шаумян Г. А., «Основы теории проектирования станков-автоматов», Машгиз, 1946, 212 стр., т. 8000, ц. 11 руб.

В рецензируемой книге впервые дана научная методика решения задач, связанных с разработкой принципиальных схем автоматов с их использованием.

Одним из коренных вопросов, разработанных в рассматриваемом труде, является теория производительности рабочих машин. Выведенные формулы и понятия пригодны для анализа производительности не только

автоматов, но и самых разнообразных машин — металлорежущих станков, текстильных машин, машин пищевой промышленности и т. д.

Анализ полученных зависимостей позволяет наметить пути дальнейшего развития и усовершенствования оборудования. Исследуя вопрос использования станочного парка, автор устанавливает классификацию видов потерь при работе станков и строит график баланса производительности. Аналитически решена задача о влиянии потерь, связанных с работой самого автомата (хо-

лостые движения, периодическая заправка материала, контроль и т. д.) и с инструментом, на производительность для одно-и многопозиционных агрегатов. Как показала практика, влияние потерь, связанных с инструментом, настолько велико, что часто явно работоспособные машины дают производительность значительно ниже предполагаемой или вообще оказываются нерентабельными. Выведенные формулы помогают установить рентабельное количество агрегатов (шпинделей) и режимы резания с точки зрения получения оптимальной производительности.

Тщательный анализ потерь и определение производительности с учетом всех факторов особенно важен при проектировании многошпиндельных автоматов, станков-комбайнов и автоматических станочных линий, цехов и заводов, которым придается особо важное значение в новой Сталинской пятилетке.

В основу синтеза автомата автор кладет технологический процесс, который определяет сущность и структуру любой рабочей машины. Предложенная автором классификация автоматов по видам работ позволяет выбрать станок для конкретного диапазона работ, а также определить технологические возможности данного автомата.

Рассматривая структуру автомата в целом, автор классифицирует все возможные системы управления автоматов. Это позволяет конструктору ясно видеть все возможные варианты принципиальной структурной схемы проектируемого автомата и, оценивая недостатки и преимущества отдельных схем, выбрать наилучшую.

Большой теоретический и практический интерес имеет приведенный синтез кулачковых механизмов, являющихся неотъемлемой частью современных автоматов. Поэтому от правильного выбора конструктивной схемы кулачкового механизма и профилирования кулачка часто зависит работа всего автомата. Современная литература ограничивается лишь анализом существующих наиболее простых схем кулачковых механизмов, не давая общего метода их оценки и проектирования.

Автор дает метод определения угла давления кулачка, влияющего на габариты, к. п. д., износ и распределение усилий в механизме. На основании теоретических выводов предлагается удобная для практического пользования номограмма. Зная реаль-

ные условия работы механизма, по этой номограмме можно определить оптимальный угол давления кулачка, а также характеристику усилий, возникающих в кулачковом механизме. Полученный оптимальный угол давления отвечает наилучшим условиям работы кулачкового механизма с динамической точки зрения при минимальных габаритах кулачка и высоком к. п. д. механизма.

Предложенная теория позволяет конструктору избежать многих ошибок и, не дожидаясь выявления эксплуатационных качеств механизма, в короткий промежуток времени проектировать современные работоспособные конструкции.

Автор является одним из опытных конструкторов станкостроения, участвующим с первых дней в разработке советских автоматов. Им впервые поставлен вопрос о создании гаммы отечественных автоматов на основе базовой модели. Решение этой задачи в настоящее время имеет чрезвычайно большое значение. Обилие совершенно различных станков для одного и того же круга работ усложняет и удорожает не только проектирование, но и эксплуатацию оборудования.

Таким образом в труде проф. Шаумяна решен ряд комплексных проблем.

Однако необходимо отметить, что автор не всегда дает конкретные данные, удобные для практического использования, в результате чего проектировщику придется производить ряд промежуточных выкладок.

В частности, и для выбора режимов резания желательно дать методику в виде таблиц или номограммы (которыми в других случаях удачно пользуется автор). Для кулачковых механизмов необходима более подробная разработка решения механизмов с качающимся толкателем с примерами для наиболее распространенных случаев. Более широко надо осветить также вопрос о структуре автомата в целом и о классификации систем управления автоматов, как впервые затронутый в современной технической литературе.

Труд проф. Г. А. Шаумяна «Основы теории проектирования станков-автоматов» является ценным вкладом в науку об автоматостроении, основой для дальнейшей конкретизации и разработки рассмотренных в ней проблем.

Д-р техн. наук, проф. А. Б. ЯХИН

Новые издания Машгиза

Бурштейн И. Е., Мануйлов Л. К. и Черников С. С., Протягивание, Конструирование протяжного инструмента, М., Машгиз, 1947, 171 стр. с черт., т. 5000, ц. 9 руб. в пер.

Книга является первым опытом систематизации и обобщения практических данных и теоретических выводов по протягиванию, получившему широкое применение в массо-

вом и крупносерийном производстве. Детально описаны методы расчета и конструирования протяжек и применение их на станках различных систем. Книга предназначена для инженеров, работающих в промышленности и научно-исследовательских институтах.

Иерусалимский А. М., Теория, конструкция и расчет мотоцикла, изд. 2, испр.

и доп., М.-Л., Машгиз, 1947, 415 стр. с черт., т. 10 000, ц. 37 руб. в пер.

Книга содержит необходимые для проектирования мотоцикла сведения по теории мотоцикла, конструкциям основных агрегатов и узлов мотоцикла и расчетам его деталей на прочность.

Книга предназначена для инженерно-технических работников и в первую очередь для конструкторов в области мотоцикlostроения.

Карапетян Г. Б., Гарбузов З. Е. и Богданов Е. С., Металлургические краны Уралмашзавода, Свердловск, Машгиз, 1947, 208 стр. с черт., т. 4000, ц. 13 руб.

В книге освещается опыт изготовления металлургических кранов на Уралмашзаводе. Даны расчеты и описание конструкций металлургических кранов (завалочных, стриперных, клещевых и др.).

Книга предназначена для конструкторов и технологов-краностроителей, а также для студентов вузов и персонала, эксплуатирующего металлургическое оборудование.

Клушин М. И., Справочник по режимам резания, М., Машгиз, 1947, 95 стр. с табл. и номогр., т. 8000, ц. 5 р. 50 к.

В справочнике приведены табличные данные по режимам резания различных металлов, а также другие справочные материалы, необходимые для выбора рациональных режимов резания, как на универсальных, так и на специальных станках.

Справочник предназначен для инженерно-технического персонала заводов и работников научно-исследовательских институтов.

Кутай А. К. Производственный контроль размеров машиностроительных деталей, М.-Л., Машгиз, 1947, 298 стр. с черт., т. 3000, ц. 26 руб. в пер.

Книга посвящена выбору типов, проектированию и расчету исполнительных размеров нестандартных калибров, применяемых в современном машиностроении. В ней изложены также данные о конструкциях и схемах контрольно-измерительных приспособлений, автоматов и измерительных устройств, позволяющих проверять размеры деталей в процессе обработки или управляющих движениями станка.

Книга предназначена для конструкторов, инструментальщиков, технологов, работников техн. контроля и измерительных лабораторий.

Марочник конструкционных сталей станкостроения (ЭНИМС), М., Машгиз, 1947, 91 стр. черт. и табл., т. 20 000, ц. 8 руб.

В марочнике даны основные указания по выбору сталей для изготовления деталей станков, приведены характеристики применяемых в станкостроении конструкционных сталей, их термическая обработка и механические свойства, а также некоторые другие справочные данные. Марочник предназначен для инженерно-технического персонала, ра-

ботающего в области станкостроения, а также для лиц, занимающихся ремонтом металлорежущих станков.

Орлин А. С., Двухтактные быстроходные двигатели, Процессы, Распределение, М., Машгиз, 1947, 183 стр. с черт., т. 3000, ц. 20 руб. в пер.

В настоящем труде рассматриваются вопросы теории очистки и наполнения цилиндра двухтактного быстроходного двигателя, приводятся методы расчета и конструирования группы распределения, освещены особенности конструктивных схем и отдельных узлов двигателя и приведены результаты экспериментальных исследований. Книга предназначена для инженеров конструкторов и экспериментаторов, связанных с проектированием и исследованием быстроходных двухтактных двигателей для транспортных и боевых машин, а также может служить пособием для студентов вузов при изучении теории и расчета двигателей.

Поляков В. С., канд. техн. наук, Клиноременные передачи, под ред. проф. Н. И. Колчина, Л.-М., Машгиз, 1947, 135 стр. с черт., т. 3000, ц. 15 руб.

В книге рассматриваются основные вопросы, касающиеся конструкции, изготовления, эксплуатации, испытания, теории и расчета передач клиновидными ремнями. Описываются установки для испытания клиновидных ремней, методика проведения испытаний и их результаты. В заключение излагается метод подбора ремней и определения рабочих напряжений. Книга рассчитана на инженерно-технических работников машиностроительных заводов и студентов вузов.

Производство стали (Внитомаш, Уральское отделение—Центральная лаборатория Уралмашзавода), Свердловск, Машгиз, 1947, 46 стр. с илл. и черт., т. 2000, ц. 1 р. 50 к.

Описывается опыт Центральной лаборатории Уралмашзавода по выплавке хромоникелемолибденовой стали в основных мартеновских печах. Рассматриваются характер сложного излома сталей и причины его возникновения. Книга рассчитана на инженерно-технических работников машиностроительной промышленности.

Горопанов А. П., Модифицированные ковкие чугуны, М., Машгиз, 1947, 76 стр. с черт., т. 4000, ц. 5 р. 50 к.

В книге дается краткое описание существующих способов производства ковкого чугуна, а также опытов автора по применению метода модифицирования с целью сокращения цикла отжига. Устанавливается благоприятное влияние модифицирования на механические свойства ковких чугунов и указывается возможность эффективного использования метода модифицирования в различных условиях производства. Книга предназначена для инженерно-технических работников машиностроительных заводов.

Обзор иностранных журналов

КОНСТРУИРОВАНИЕ

Общие вопросы конструирования

Funk W. H., The development of jacketed type steel drier rolls, „Mechanical World“, 1947, 7/III, vol. 121, № 3138.

Стальные цельносварные крупногабаритные ролики для различного применения. Современные методы проектирования и расчета их с учетом условий применения. Технология производства, обеспечивающая экономию при изготовлении.

Tait W. H., Powder metallurgy. Modern uses of sintered powder products, „Metal Industry“, 1947, 17/I, vol. 70, № 3.

Новейшие области применения металло-керамических материалов. Составы материалов, применяемых в изготовлении металлокерамических подшипников, втулок, вкладышей, муфт, инструментов и т. п., и особенности их конструкций.

Pearson G. H., Hydraulic stop valves, „Mechanical World“, 1947, 9/V, vol. 121, № 3147.

Гидравлические клапаны. Расчет сил, действующих на гнездо клапана, и определение условий для нормальной работы в различных случаях.

Газовые турбины

Oliver D. A., Harris G. T., High creep strength austenitic gas turbine forgings, „Engineer“, 1947, 30/V, vol. 183, № 4766; 6/VI, № 4767.

Современное состояние развития газовых турбин с металлургической точки зрения. Сопротивление крипу аустенитовых сталей для деталей газовых турбин. Результаты испытания поковок при высоких температурах.

Oliver D. A., Rotors for gas turbines, „Mechanical World“, 1947, 16/V, vol. 121, № 3148.

Роторы для газовых турбин. Выполнение роторов из цельных поковок высокопрочной аустенитовой стали.

Central research laboratory at Winterthur, „Engineer“, 1947, 20/VI, vol. 183, № 4769.

Центральная научно-исследовательская лаборатория в Винтертуре. Описание аппаратуры и оборудования ряда лабораторий для испытания турбин, аэродинамической, химической и др.

Seekins H. L., Tone stylus provides precise duplicating, „American Machinist“, 1947, 19/VII, vol. 91, № 13.

Роторы турбин и их обработка с применением звуковой сигнализации. Описание принципа и схемы прибора, обеспечивающего точность профиля лопаток.

¹ По материалам Центр. научно-техн. библиотеки Мин. тяжелого машиностроения и Центр. научно-техн. библиотеки Мин. станкостроения.

ТЕХНОЛОГИЯ

Литейное производство

Voaast J. V., How to make precision castings, „American Machinist“, 1947, 19/VI, vol. 91, № 13.

Как изготовить прецизионные отливки. Конструкция форм, стержней, выпаров и литников для прецизионных отливок. Материалы для форм и стержней. Описание оборудования современных литейных цехов и организации производства.

Wickes high-speed automatic die casting machines, „Machinery“, N. Y., 1947, VI, vol. 53, № 10.

Описание машины для литья под давлением. Техническая характеристика машины.

An electronic aid in die making, „Tool and Die Journal“, 1947, I, vol. XII, № 10.

Электронное управление станками при изготовлении прессформ для литья под давлением. Описание копируемых станков с электронным управлением.

Foundry equipment and supplies, „Iron Age“, 1947, 13/III, vol. 159, № 11.

Оборудование и материалы для литейных цехов. Описание и краткая техническая характеристика литейных материалов и оборудования, выпускаемых американскими фирмами.

Ковка и штамповка

Benner C. F., A tooling program for forged globe valves, „Tool and Die Journal“, 1946, XII, vol. XII, № 9; 1947, I, vol. XII, № 10.

Штамповка корпусов для клапанов. Конструкции применяемых штампов и прессового оборудования. Режимы нагрева заготовок и работы прессов.

Mayoh F. H., Mechanism for automatically stopping press when stock fails to feed, „Machinery“, N. Y., 1947, VI, vol. 53, № 10.

Механизм для автоматической остановки прессы при неправильном ходе штока. Конструкция приспособления.

Rogge B., Forming aluminum sheets into high-strength structures, „Machinery“, N. Y., 1947, VI, vol. 53, № 10.

Штамповка алюминиевых рифленых листов для деталей фюзеляжа. Конструкции применяемых штампов и процесс их изготовления. Описание процесса и оборудования для штамповки.

Mills W. C., Successful drawing and redrawing thin-metal stampings, „American Machinist“, 1947, 19/VI, vol. 91, № 13.

Конструирование штампов и процесс штамповки изделий из тонколистового металла. Принципы конструирования и процесс штамповки иллюстрируются чертежами штампов и изделий.

Ashburn A., Forging practice, „American Machinist“, 1947, 8/V, vol. 91, № 10.
Практика горячей и холоднойковки и штамповки под молотами и прессами углеродистых, легированных, специальных сталей и цветных металлов. Описание процессовковки, применяемого оборудования и режимов его работы.

Сварка и резка металлов

Work flow speeds job-shop welding, „American Machinist“, 1947, 19/VI, vol. 91, № 13.

Поточное производство сварных баллонов и баков для жидкого горючего. Организация процесса и методы испытания и контроля качества сварных изделий.

Pipher F., Flash-welding tubular and solid parts for Lockheed planes, „Machinery“, N. Y., 1947, VI, vol. 53, № 10.

Технология электросварки ответственных стальных деталей современных самолетов, применяемая на заводе Lockheed Co. Описание сварочного оборудования и рекомендуемых режимов сварки.

Federal high production seam welder, „Machinery“, N. Y., 1947, VI, vol. 53, № 10.

Описание крупной модели высокопроизводительной сварочной машины рамного типа фирмы Федерал. Краткая техническая характеристика машины.

Термообработка

Tangerman E. J., Liquid nitrogen sub-zero cools parts for expansion fitting, „American Machinist“, 1947, 5/VI, vol. 91, № 12.

Применение сжиженных инертных газов для низкотемпературной обработки деталей без деформаций. Описание оборудования и характеристика применяемых материалов.

Обработка резанием

Frommelt H. A., How to specify machine tools for carbides, „American Machinist“, 1947, 8/V, vol. 91, № 10; 5/VI, vol. 91, № 12.

Усовершенствование станков и приспособлений в связи с широким применением твердых сплавов. Основные требования к станкам и приспособлениям при скоростной обработке резанием.

Zanke F., Barkow A. G., Schmidt A. O., X-ray diffraction as a gage for measuring cold work produced in milling „Transaction of ASME“, 1947, V, vol. 69, № 44.

Дифракция X-лучей как показатель наклепа изделия при фрезеровании. Результаты исследования наклепа при фрезеровании на больших скоростях и с отрицательной геометрией инструмента.

Schmidt A. O., Surface finish of steel in face milling, „Transaction of ASME“, 1947, V, vol. 69, № 44.

Качество обработанной поверхности при торцевом фрезеровании. Влияние скорости резания и подачи на качество поверхности.

The mechanism of tool vibration in the cutting of steel, „Machinery“, London, 1947, 13/II, vol. 70, № 1792; 20/III, № 1795.

Механизм вибрации инструмента при обработке стали резанием. Описание метода исследования и полученных результатов. Влияние износа лезвия инструмента на амплитуду вибраций.

Le Grand R., Modern tooling steps up Buick quality, „American Machinist“, 1947, 8/V, vol. 91, № 10.

Оснастка станков производительными приспособлениями на заводе Бьюик, обеспечивающими высокое качество продукции. Описание приспособлений для обработки корпусов масляных помп, головок блокцилиндров и др.

Herb C. O., Bushings from steel wool made by North American aviation, „Machinery“, N. Y., 1947, VI, vol. 53, № 10.

Производство втулок различного назначения из стального волокна. Методы производства и применяемое оборудование для подогрева и механической обработки.

Crowley T. J., Caraly F. J., Cylinder production for the „Wasp Major“ engine, „Machinery“, N. Y., 1947, VI, vol. 53, № 10.

Технология механической обработки цилиндров авиадвигателя. Описание станков и приспособлений, применяемых на ответственных операциях. Режимы, производительность и точность обработки.

Shop data sheet № 55, 56 и 57, „Tool and Die Journal“, 1946, XII, vol. XII, № 9.

Руководящие материалы по определению скорости резания и подачи при сверлении. Рекомендуемая геометрия заточки и выбор размера сверла.

Molnar K. G., Tables for use in milling cutter calculations, „Machinery“, London, 1947, 10/VII, vol. 71, № 1811; 17/VII, № 1812.

Таблицы для выбора фрезы в зависимости от условий обработки. Определение диаметра, ширины, числа зубьев и геометрии заточки.

Herbert simpliface milling cutter, „Machinery“, London, 1947, 10/VII, vol. 71, № 1811.

Описание конструкции фрезы, оснащенной твердым сплавом с 2 и 4 зубьями, изготавливаемой фирмой Герберт.

Transfer machine of sectional design, „Machinery“, N. Y., 1947, VI, vol. 53, № 10.

Агрегатные многошпиндельные станки для автоматической линии по механической обработке сложных деталей. Схема расположения станков на линии по обработке корпуса коробки передач автомобиля.

МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ

Hardest man-made materials, „American Machinist“, 1947, 19/VI, vol. 91, № 13.

Достижения в области производства и применения карбида бора. Характеристика физических свойств карбида бора.

Baldwin creep-testing and fatigue testing machines, „Machinery“, N. Y., 1947, VI, vol. 53, № 10.

Новые модели машин фирмы Балдвин для испытания на крип и усталость. Краткое описание машин и их техническая характеристика.

Contractor G. P., Boron in medium carbon steel, „Metal Treatment“, 1947, Spring.

Исследование влияния присадок бора на механические свойства, сопротивление коррозии и закаливаемость углеродистых сталей. Результаты исследования иллюстрируются диаграммами, таблицами и фотоснимками структуры стали с различным содержанием бора.

КОНТРОЛЬ ПРОИЗВОДСТВА

Gibian E. F., Quality control of automotive valve line production, „Tool and Die Journal“, 1946, XII, vol. XII, № 9.

Качественный контроль на автоматической линии по производству клапанов для автомобильного двигателя. Основные положения для применения системы качественного контроля. Контрольные карты по отдельным операциям, их заполнение и обработка.

Harrison H., Check right angles by optics, „American Machinist“, 1947, 8/V, vol. 91, № 10.

Оптический метод проверки углов. Описание принципа контроля и применяемых приборов.

Framurz S., Fundamental analysis gives four methods for finding groove radii., „American Machinist“, 1947, 8/V, vol. 91, № 10.

Анализ четырех методов измерения радиуса круглой канавки. Прилагаются схемы измерения и расчетные формулы.

ОРГАНИЗАЦИЯ И ЭКОНОМИКА ПРОИЗВОДСТВА

Lehton C. A. and Worcester H. F., Preventive measures reduce welder upkeep, „American Machinist“, 1947, 5/VI, vol. 91, № 12.

Принципы организации предупредительного ремонта и периодического осмотра сварочного оборудования и аппаратуры. Описание системы по опыту американского завода.

Le Grand R., How photography helps production, „American Machinist“, 1947, 5/VI, vol. 91, № 12.

Применение фотографии в конструировании и производстве для сохранения времени и снижения производственных расходов. Описание аппаратуры и ее применения для фотографирования процессов обработки и чертежей.

Составил А. М. Каратыгин

ПОПРАВКА

В статью М. Ю. Шухатовича, напечатанную в журн. „Вестник машиностроения“ № 4 за 1947 г. по просьбе автора вносится следующее исправление на стр. 13 в формулу (6):

Напечатано	Должно быть
$n = 60 f \cdot \frac{\varphi_c}{2\pi} =$	$n = 60 \frac{f}{\rho} \cdot \frac{\varphi_{cm}}{2\pi} =$

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

Техн. редактор С. И. Ермачков

Сдано в проиств. 2.X 1947 г. 5 печ. л. 9 уч.-изд. л. Печ. зн. в 1 п. л. 72 000. А09990 Тираж 4000 экз. Подп. к печ. 22.XI.1947 г. Зак. 609. Ф. 70×108/16. Цена 8 руб.

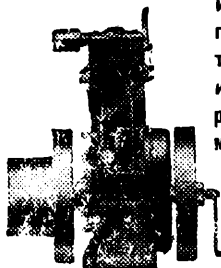
13-я типография треста «Полиграфкинг» ОГИЗа при Совете Министров СССР, Москва, Денисовский, 30

МОРСКИЕ, ПРОМЫШЛЕННЫЕ И ТРАКТОРНЫЕ
ДИЗЕЛИ

Ailsa Craig

Инженеры и мастера, нуждающиеся в прочном и надежном силовом агрегате, могут всецело положиться на Эйlsa Крейг, так как фирма в течение 50 лет занимается конструированием и изготовлением двигателей внутреннего сгорания. Помимо всего, агрегат этот экономичен. Запрашивайте подробности и цены.

Имеется ряд размеров от 10 до 100 т.л.с.



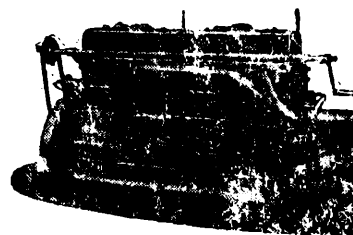
Промышленный двигатель Дизеля Эйlsa Крейг Рикардо

AILSAL CRAIG LTD.

46, Strand-on-the Green

Chiswick, London, W.4, Англия

Набеля: Ailsolor, London



Морской двигатель Дизеля Эйlsa Крейг

Выписка изграничных товаров может последовать лишь на ос
действующих в СССР правил о монополии внешней торгов.