

4789 688.512.4 460
054
АКАДЕМИЯ НАУК СОЮЗА ССР

С.М. ЯМПОЛЬСКИЙ

ВОПРОСЫ СКОРОСТНОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ
И ОСВОЕНИЯ
НОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ
В МАШИНОСТРОЕНИИ



ИЗДАТЕЛЬСТВО
АКАДЕМИИ НАУК СССР

АКАДЕМИЯ НАУК СОЮЗА ССР

СОВЕТ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОПАГАНДЫ

С. М. ЯМПОЛСКИЙ

Кандидат технических наук

ВОПРОСЫ СКОРОСТНОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ОСВОЕНИЯ
НОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ
В МАШИНОСТРОЕНИИ

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА БССР

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА БССР

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

МОСКВА

1944

ЛЕНИНГРАД

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР
Член-корреспондент АН СССР
И. И. АРТОБОЛЕВСКИЙ

*Печатается по постановлению Редакционно-издательского
совета АН СССР за № 2074*

Подписано в печать 29/III 1944 г. Л41632. Печ. л. 6³/₄, уч.-издат. л. 8,5.
Заказ 1841 Тираж 2 500 Цена 4 р. 50 к.

6-я типография треста „Полиграфкнига“ ОГИЗ при СНК РСФСР
Москва, 1-й Самотечный пер., 17.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Предлагаемая вниманию читателя работа представляет собой монографию, посвященную одному из актуальных вопросов организации производства.

Задача установления методов и приемов ускорения подготовки производства еще в довоенный период привлекала значительное внимание наших передовых заводов. Работы в этом направлении были проведены на таких передовых наших заводах, как Ново- и Старо-Краматорские машиностроительные заводы, Уралмашзавод, на станкостроительных заводах; они также получили значительное отражение в практически проведенных и опубликованных работах Героев Социалистического Труда тт. Елены Грабина.

Этому вопросу была посвящена специальная научно-техническая конференция, проведенная в г. Харькове незадолго до войны.

В условиях Великой Отечественной войны, когда военная обстановка делала особо настоятельной необходимость быстрого перехода с одного вида изделий на другие, работа промышленности расширила и обогатила практику скоростной технической подготовки производства.

Эта проблема будет несомненно иметь большое значение для нашей промышленности и в послевоенный период.

Фиксация достижений наших заводов, приведение в определенную систему всех проделанных уже работ и их обобщение является актуальной задачей. Поэтому надо приветствовать появление настоящей работы. Надо ожидать, что вслед за ней появятся и другие, посвященные этому вопросу, которые шире учтут опыт нашей промышленности, проделанный уже в военный период ее развития.

Ограниченный объем издания не позволил автору полностью изложить все вопросы скоростной технической подготовки производства. Наряду с организационными вопросами, достаточно полно освещенными в настоящей работе, подлежит добавочному освещению и анализу также и целый ряд технических вопросов, связанных с конструированием машины, научно-технические основы выбора конструкций, ускоряющие производство. Также ждет освеще-

ния и методика выбора технологических процессов, обеспечивающих быстрое освоение производства.

Однако и со сделанными оговорками в настоящей книге достаточно разносторонне освещаются вопросы организации скоростного проектирования и освоения новых конструкций машин.

Книга принесет неоспоримую пользу конструкторам и технологам в их борьбе за дальнейший технический прогресс отечественного машиностроения, за укрепление боевой мощи нашей страны и за быстрое перевооружение промышленности и народного хозяйства в послевоенный период.

Доктор технических наук
профессор Э. САТЕЛЬ

ЗАДАЧИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА В УСЛОВИЯХ ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ

Великая отечественная война поставила перед всей промышленностью нашей страны, и в частности перед машиностроением, новые грандиозные задачи.

В первые же дни войны, выступая по радио 3 июля 1941 г., вождем советского народа товарищ Сталин призвал трудящихся «укрепить тыл Красной Армии, подчинив интересам этого дела всю свою работу, обеспечить усиленную работу всех предприятий, производить больше винтовок, пулеметов, орудий, патронов, снарядов, самолетов...»¹

На торжественном заседании Моссовета 6 ноября 1941 г., посвященном XXIV годовщине Великой октябрьской революции, товарищ Сталин говорил: «Необходимо, чтобы наша армия и наш флот имели деятельную и активную поддержку со стороны всей нашей страны, чтобы наши рабочие и служащие, мужчины и женщины, работали на предприятиях, не покладая рук и давали бы фронту все больше и больше танков, противотанковых ружей и орудий, самолетов, пушек, минометов, пулеметов, винтовок, боеприпасов...»²

Призыв вожды стал программой действия для всех работников машиностроительной и металлообрабатывающей промышленности Советского Союза. Практически нет почти ни одного металлообрабатывающего завода, который не переключился бы на выполнение фронтовых заказов или на выпуск изделий, имеющих непосредственное оборонное значение.

Гигантская по своим масштабам организационная работа по мобилизации промышленности была проведена в рекордно короткие сроки. «Наши военные заводы и смежные с ними предприятия честно и аккуратно снабжают Красную Армию орудиями, минометами, танками, пулеметами, винтовками, боеприпасами...» (Сталин)³.

¹ М. Сталин, О великой Отечественной войне Советского Союза, изд. 3-е, Госполитиздат, М., 1943, стр. 12.

² Там же, стр. 32-33.

³ Там же, стр. 58.

В чем же заключались практические задачи, которые пришлось решать машиностроительным и оборонным предприятиям для обеспечения четкого и возможно более полного удовлетворения нужд фронта? Это были в первую очередь задачи быстрой, надежной и эффективной технической подготовки производства, связанной с освоением новой продукции и организацией ее массового выпуска.

Пришлось коренным образом пересмотреть и перестроить схему довоенной специализации металлообрабатывающих заводов и загрузить их новыми заказами, продиктованными неотложными требованиями обороны страны. Эвакуация большого числа предприятий в восточные районы нашей страны, их перебазирование вызвали необходимость перераспределения производственных заданий фронта между заводами.

В этой связи конструкторы, технологи, инструментальщики и производственники подавляющего большинства машиностроительных предприятий должны были добиться максимально быстрого освоения новых видов продукции, которая прежде ими не изготавливалась, и в кратчайшие сроки обеспечить безусловное выполнение и перевыполнение производственных заданий по выпуску этой продукции.

Следует учесть, что речь шла не о скоростном выполнении единичного или разового фронтного заказа, а о подготовке и оснащении крупносерийного и массового производства новых изделий с довольно быстрым нарастанием объема выпуска в основном на тех же производственных площадях и при неизменном парке оборудования. В подобных условиях к технической подготовке производства предъявляются повышенные требования, не идущие ни в какое сравнение с теми, которыми обычно ограничиваются при предварительной технической разработке индивидуальных или мелкосерийных заказов.

Преобладающим типом производства в условиях войны становится массовое производство, вытесняющее прежние формы и методы работы, существовавшие на большинстве машиностроительных заводов до войны. А это значит, что параллельно с освоением новых изделий заводы машиностроения в период войны должны систематически работать над технической подготовкой новой, более совершенной технологии и организации производственных процессов, над скоростным внедрением их в промышленность.

Но если заводы, которые только теперь перешли от мелкосерийного выпуска гражданской продукции к крупносерийному или массовому производству оборонных изделий, нуждаются в основательной технологической перестройке, то коренные предприятия военной промышленности должны изыскивать новые, более передовые технологические решения для дальнейшего увеличения объема производства.

Таким образом война заставляет настойчиво добиваться систематического ускорения темпов технического прогресса машиностроительного производства, и даже специфические трудности военной обстановки (обусловленные, например, дефицитностью некоторых видов сырья, напряженностью энергетического баланса в стране, недостаточностью квалифицированных рабочих кадров и т. д.) оказываются могучим стимулом, действующим в том же направлении.

Оборонные и машиностроительные заводы упорно преодолевают все эти трудности и увеличивают свою производительность в соответствии с нуждами фронта. Широко и настойчиво ведутся работы по изысканию заменителей дефицитных материалов, по внедрению их в производство, по улучшению качества материалов в целях использования их для высокоответственных изделий и т. д. Разрабатываются новые, упрощенные конструкции и передовые, высокопроизводительные методы обработки, дающие резкое снижение энергоемкости производства.

Недостаток квалифицированных рабочих кадров заставляет максимально упрощать технологию за счет широкого применения специальных инструментов и приспособлений, специализированных операционных станков и расчленения обработки на простейшие операции, за счет планомерной механизации и так называемой малой автоматизации, что в свою очередь ведет к внедрению поточных методов организации производственных процессов.

Реализация всех перечисленных мер дает исключительный практический эффект, но она предполагает безусловно четкую и высокую организацию технической подготовки производства, от которой целиком зависит успешность данного комплекса мероприятий, сроки его практического внедрения и результативность последнего.

Все это заставляет по-новому подходить к вопросам организации технической подготовки производства на заводах, побуждая конструкторов, технологов и инструментальщиков смело вводить технические новшества, активно экспериментировать и осуществлять новые конструктивные и технологические замыслы.

В условиях Великой Отечественной войны фактором огромной важности является необходимость непрерывного совершенствования боевых качеств советского оружия, необходимость расширения и обогащения боевой техники наших войск с тем, чтобы она не уступала вражеской, превосходила ее по своей эффективности.

Творческая техническая мысль наших конструкторов и технологов, советских ученых и изобретателей должна быть постоянно на чеку. Неустанные поиски новых, более совершенных средств боевой техники — прямая обязанность и священный патриотический долг работников промышленности, обслуживающих своей продукцией доблестную Красную Армию и Военно-морской флот.

В этом отношении весьма характерен творческий опыт одного из славных конструкторов советского оружия — лауреата сталинской премии Шпагина.

«Меня нередко спрашивают, — рассказывает тов. Шпагин, — долго ли я работал над созданием своего пистолета-пулемета? Нет, недолго. Я много думал над тем, каким должно быть автоматическое оружие, какими оно должно обладать достоинствами перед существующими системами, чтобы его оценил, больше того — полюбил боец Красной Армии. Я тщательно изучал существующие системы стрелкового оружия, и автоматические в том числе, часто и подолгу беседовал с бойцами и командирами, внимательно прислушивался к их мнениям и оценкам, и постепенно у меня сложилась, выросла идея нового вида и типа автомата...

Зная нашу промышленность и гигантских масштабов задачи, которые стояли и стоят перед ней, я с самого начала поставил перед собой цель, чтобы новое автоматическое оружие было предельно простым и несложным в производстве и чтобы на изготовлении его были заняты рабочие средней квалификации и даже малоквалифицированные. Мне представилось, что должна быть создана такая конструкция автомата, осуществление которой в широком производственном масштабе не требовало бы значительного количества сложных и точных станков... Так я пришел к мысли о создании штампо-сварной конструкции автомата...

Решил я для себя, что стойкость автомата должна быть значительно увеличена, гарантийное количество выстрелов умножено. И притом, чтобы никаких запасных частей к автомату не полагалось, чтобы нужды в них не было, а также чтобы разборку-сборку производить без инструмента...

С тех пор, как ППШ взят на вооружение Красной Армии, ... прошло не так уж много времени. Наша промышленность освоила его производство в огромных масштабах. Как я и предполагал, оказалось возможным изготовлять ППШ на предприятиях далеко не первого ранга, на оборудовании не очень квалифицированном¹.

За два года войны наши конструкторы в содружестве с технологами и производственниками добились огромных творческих успехов. Созданы и внедрены в массовое производство новые эффективные средства борьбы с танками, начиная от противотанковых ружей и кончая противотанковой артиллерией, имеющие высокое бронебойное качество. Созданы также новые образцы автоматической зенитной артиллерии, создана самоходная артиллерия и т. п.

¹ Шпагин, Слово русского оружейника, «Известия» № 159 от 8/VII 1943 г.

Работа конструкторов и технологов в области упрощения конструкции пушек, применения штампо-сварных конструкций и ковкого чугуна дала возможность уменьшать трудоемкость и расход металла на единицу выпуска. Так по одному из объектов экономия затрат труда достигает 266 час., а металла—677 кг. По другому объекту экономия труда составляет 256 час., а металла—856 кг. Изготовление третьего объекта требует теперь времени на 836 час. меньше, чем раньше, и сопровождается экономией металла в 2,5 т.

Наряду с разработкой и освоением новых высокоэффективных образцов оружия, наряду с модернизацией прежних наши оборонные предприятия ведут неустанную работу по ликвидации «узких» мест производства, по его расширению и улучшению технической оснащенности.

Так например, на одном из передовых артиллерийских заводов, где директором Герой социалистического труда т. Елян, успешно освоено производство нескольких десятков агрегатных станков высокой производительности, что дало возможность освободить промышленность от поставки заводу более 300 станков обычных моделей.

Аналогичное положение имеет место на ряде металлообрабатывающих заводов промышленности боеприпасов. Достаточно сказать, что в 1942 г. освоено 31 тип новых специальных станков, частично послуживших базой для перевооружения промышленности боеприпасов, выпущено 20 новых типов прессов, 7 новых типов электроаппаратов и т. п.

В числе новых видов оборудования, освоенных заводами боеприпасов, можно назвать резьбонакатный станок, агрегатный девятишпиндельный полуавтомат непрерывного действия, автоматы для снаряжения минного заряда, снаряжательные автоматы Масальского и т. д. Среди выпускаемых с 1942 г. прессов имеется ряд совершенно новых моделей, впервые изготавливаемых нашей промышленностью и дающих резкое увеличение производственных мощностей пиротехнического производства.

Все сказанное свидетельствует об исключительно разносторонних и ответственных задачах технической подготовки производства в условиях войны, о ее грандиозном размахе, ее темпах и высоком качественном уровне. Вместе с тем именно эти задачи, масштабы их реализации и сжатые сроки, которые диктуются требованиями военного времени, с особой остротой выдвигают вопросы рациональной организации скоростной подготовки производства, разработки и популяризации соответственных форм и методов работы, уже оправдавших себя на практике передовых предприятий и отраслей машиностроительной и оборонной промышленности.

Этой теме собственно и посвящаются последующие главы нашей работы. Но прежде чем перейти к детальному разбору

организационно-технических приемов и средств, с помощью которых достигается скоростная техническая подготовка производства, необходимо коснуться еще одного вопроса, приобретающего в настоящий момент особо важное значение.

Могучий патристический подъем, охвативший широчайшие массы советского народа, самоотверженно борющегося в тылу, как и на фронте, за быстрое и полное торжество нашего святого и правого дела, составляет основу творческой инициативы и энергии наших инженеров и техников, добивающихся в рекордно короткие сроки создания и освоения новых усовершенствованных изделий, лучшей передовой технологии и высокопроизводительных орудий производства. Нередко творческий энтузиазм конструкторов, технологов и производственников помогает им преодолевать организационные дефекты технической подготовки производства. Однако нельзя забывать, что если эта инициатива не закреплена продуманной системой мероприятий, не оформлена в организационном отношении, то она не может обеспечить долговременный и неизменный успех.

Вот почему надо особенно отметить практику некоторых передовых заводов, которые полностью учли это обстоятельство и, не ограничиваясь упорядочением работы отделов конструкторской и технологической подготовки производства, создали широкую организацию, призванную объединить творческую мысль всех инициативных инженерно-технических работников, новаторов производства, изобретателей и рационализаторов. Такой комплексной организацией является при правильной постановке его работы технический совет завода.

В этом отношении можно сослаться на пример завода, где директором Герой социалистического труда т. Быховский. Успехи завода в значительной мере обусловлены широкой рационализацией, смелым внедрением в производство передовых технических идей. Но вплоть до 1943 г. новаторы производства действовали разобщенно, без определенного плана.

В конце 1942 г. руководство завода приняло решение придать определенные элементы организованности и плановости научно-техническому творчеству коллектива. Задача заключалась в том, чтобы сплотить творческие силы завода, нацелить их мысль на решение основных проблем производства. Надо было связать новаторов и рационализаторов производства с заводской лабораторией, координировать их работу с отделами заводоуправления, поставить на солидную базу производственные опыты и испытания.

Созданный для этих целей технический совет завода начал свою деятельность с разработки генерального плана организационно-технических мероприятий по решающим участкам производства: металлургическому цеху, механо-сборочным цехам, энер-

гохозяйству, инструментальному хозяйству и заводскому транспорту.

На одном из первых своих заседаний совет рассмотрел проект новой опытной машины перед ее пуском в серийное производство. Коллективное обсуждение привело к необходимости внесения некоторых существенных поправок конструктивного и технологического порядка, позволивших улучшить боевые качества нового образца, помогло найти более совершенную организацию его производства, обеспечивающую серьезную экономию материалов, времени и средств.

Работа совета разветвляется все шире, охватывая вопросы автоматизации производственных процессов и организации поточности в артиллерийском производстве. Сотни технологов, механиков, мастеров привлечены к работе совета и заняты практической разработкой соответственных вопросов.

Таким путем заводские органы технической подготовки производства получают возможность опираться в своей деятельности на широкие массы работников предприятия, и это служит лучшим залогом успешного решения задач скоростного освоения и выпуска новой передовой техники, поставленных перед нашей промышленностью Великой Отечественной войной.

Глава I

ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ПРОИЗВОДСТВА И ПУТИ ЕЕ УСКОРЕНИЯ

Термином «техническая подготовка производства» мы обозначаем всю совокупность плановых организационно-технических мероприятий, посредством которых обеспечиваются выявление потребности в новых видах изделий (вооружении, боеприпасах, машинах и оборудовании), внедрение в производство бригадных или же усовершенствованных конструкций, освоение передовой технологии и рациональной организации производственных процессов, а также создание необходимой материальной оснастки, технических нормативов и всей технической документации.

Это определение технической подготовки, как нам кажется, подчеркивает ее планомерный и комплексный характер. В частности это определение охватывает также круг вопросов, связанных с выявлением потребности в новых видах изделий.

В самом деле, выявление потребности в новых конструкциях машин с определением основных технико-эксплуатационных качеств

последних является одним из важнейших моментов технической подготовки производства.

Потребность угольной промышленности в новых типах машин и механизмов выливается, например, на основе принятых систем разработок горных месторождений и схем комплексной механизации угодобычи и шахтного строительства, которые создаются научно-исследовательскими институтами и техническими отделами трестов (комбинатов). Этими же схемами комплексной механизации отдельных процессов угодобычи устанавливается номенклатура новых машин и механизмов, а также предъявляемые к ним технико-эксплуатационные требования. На основании схем комплексной механизации, утвержденных техническим советом Наркомата угольной промышленности, Главное управление угольного машиностроения (Главуглемаш) составляет годовые и квартальные планы освоения новых типов машин и механизмов. При составлении этих планов Главуглемаш учитывает также работы научно-исследовательских институтов, проектных организаций и конструкторских бюро заводов, непосредственно ему подчиненных.

Разработанные Главным управлением планы освоения новых типов машин и механизмов утверждаются Наркоматом и определяют всю дальнейшую работу заводов по проектированию и изготовлению этих изделий.

Данная стадия технической подготовки производства, присущая всем отраслям машиностроения, является стадией внезаводской подготовки. Именно на этом этапе подготовки осуществляются выбор и технико-эксплуатационное обоснование объектов освоения. Таким образом на основе внезаводской подготовки определяется план освоения новых видов машин и механизмов и модернизации существующих конструкций.

Внезаводская подготовка новых объектов производства имеет совершенно исключительное значение в практике работы всех отраслей оборонной промышленности, особенно в условиях войны, когда непосредственный опыт боевых действий диктует определенные конкретные задания промышленности.

Внезаводская техническая подготовка производства создает отлаженную базу для всего дальнейшего процесса технической разработки и освоения новых изделий, определяя основные параметры механизмов (производительность, габариты, вес и др.) и эксплуатационные требования (качество), обусловленные областью применения машин, а также согласование работы отдельных заводов при изготовлении новых конструкций.

Следует подчеркнуть, что внезаводская подготовка оказывает большое влияние на длительность освоения новых машин. Можно привести ряд примеров, когда в план работы завода по освоению новых машин включались объекты без достаточно полного указания эксплуатационных требований, без указания мощности, габ-

ритов и других данных, в силу чего конструктор был вынужден затрачивать в процессе проектирования лишнее время на уточнение и согласование неясных вопросов.

Тов. Маленков на XVIII Всесоюзной конференции ВКП(б) указывал, что «если нашим конструкторам дают конкретные задания по разработке тех или иных вопросов, то они хорошо справляются с поставленными задачами».

Недостаточное внимание к внезаводской подготовке приводит к такому положению, когда одни и те же машины, изготавливаемые для различных заказчиков, делаются на заводах одного и того же главка в различном конструктивном оформлении. Так например, ножницы давлением в 900 т были самостоятельно спроектированы и построены уральским заводом тяжелого машиностроения имени Орджоникидзе и параллельно с этим такие же ножницы были спроектированы и построены машиностроительным заводом имени Сталина. При этом каждый из заводов затратил на проектирование огромное количество труда, тем самым увеличив длительность цикла освоения указанных агрегатов.

Внутризаводская техническая подготовка является продолжением внезаводской подготовки и тесно с нею связана. Она должна обеспечить выполнение директив по освоению новой продукции и новой техники ее производства, по модернизации и улучшению качества продукции, по экономии материалов, по рациональному использованию оборудования и площадей, по увеличению производительности труда и снижению себестоимости.

Уровень внутризаводской технической подготовки производства является одним из важнейших факторов, определяющих состояние и уровень всей производственно-технической культуры предприятия, степень овладения техникой, использования производственных мощностей и внутренних резервов предприятия.

1. Основные этапы технической подготовки производства

В настоящее время на передовых заводах серийного и массового производства укоренилась практика изготовления и тщательного опробования опытных образцов и небольших пробных серий новых изделий перед их пуском в нормальное серийное производство. В соответствии с тем техническая подготовка производства может быть разделена на следующие три основные стадии:

1) подготовка и изготовление опытного образца; 2) испытания и проверка образца, внесение всех необходимых исправлений в его конструкцию, технологическая, организационная и инструментальная подготовка серийного производства; 3) выпуск первой нормальной серии изделий, окончательное уточнение конструкции, технологии и оснастки, утверждение всей технической документации по новому изделию в установленном порядке.

По окончании этого этапа разворачивается уже нормальное серийное производство нового изделия.

Рассмотрим кратко работу отдельных органов, участвующих в технической подготовке производства на перечисленных трех ее стадиях.

Первая стадия — подготовка и изготовление опытного образца

Конструкторский отдел завода разрабатывает (или получает со стороны) техническое задание на новую машину, определяющее общую ее схему, способ действия и кинематические схемы основных механизмов, а также основные параметры и технико-экономические показатели, характеризующие качество конструкции с эксплуатационной точки зрения.

После утверждения технического задания конструкторский отдел приступает к составлению технического проекта новой конструкции. На этой стадии производятся все основные расчеты конструкции, устанавливаются ее габариты в целом, формы и размеры узлов и деталей, способы их взаимного сопряжения, материал и характер отделки поверхности главных деталей, составляются чертежи общих видов изделия и важнейших узлов.

После защиты и утверждения технического проекта конструкторский отдел приступает к изготовлению рабочих чертежей для всех деталей и узлов изделия, разрабатывает технические условия и спецификации на новую машину.

Технологический отдел на этом первом этапе подготовки держит тесную связь с конструкторами в целях проверки «технологичности конструкций». Он намечает временную технологию для изготовления опытного образца, оставляя разработку развернутой технологии на тот период времени, когда новая конструкция будет окончательно опробована и утверждена.

Поскольку изготовление опытного образца проводится, как правило, значительно более упрощенными методами, чем изготовление нормальных серий (по преимуществу на универсальном оборудовании экспериментального цеха), необходимая для него специальная оснастка бывает в подавляющем большинстве случаев весьма ограниченной.

Технологический отдел проектирует на этом этапе лишь небольшое число приспособлений и специальных инструментов, абсолютно необходимых для создания опытного образца. Изготовление моделей, штампов, приспособлений и специальных инструментов падает на соответствующие вспомогательные цехи завода, среди которых особое место принадлежит инструментальному цеху.

Отдел снабжения заказывает литье, поковки, детали и узлы, которые решено по той или иной причине получить со стороны в порядке кооперирования, а также закупает те инстру-

мёнты, которые почему-либо нецелесообразно производить собственными силами.

Экспериментальный цех изготавливает пробный образец нового изделия, кооперируясь с основными производственными цехами и получая от них заготовки, а также детали, которые не могут быть обработаны на его оборудовании.

Вторая стадия — опробование опытного образца и подготовка к серийному выпуску

Конструкторский отдел руководит изготовлением пробного образца в экспериментальном цехе, проводит необходимые опытные работы (проверка и испытание отдельных узлов, испытание материалов и пр.), производит тщательное испытание готового образца как на заводе, так и, при необходимости, в эксплуатационных условиях.

В процессе испытаний конструкторский отдел вносит все необходимые исправления в чертежи, после чего производится приемка опытного образца.

В этих испытаниях принимает участие технологический отдел для проверки правильности решения принципиальных вопросов технологичности конструкции и ее изготовления.

Технологический отдел составляет подетальные технологические процессы, рассчитанные на серийное или массовое изготовление изделия, разрабатывает нормы времени на отдельные операции и сводные нормативы по видам работ, определяет комплекс мероприятий по организации поточных методов производства. Он проектирует при этом весь необходимый комплект приспособлений и специального инструмента, а по мере изготовления инструментов производит при участии цехов опытное опробование технологических процессов и оснастки и исправляет замеченные недостатки.

Инструментальный цех изготавливает заказанную ему оснастку.

Отдел снабжения заготавливает инструменты, получаемые со стороны, а также детали, заготовки и узлы, не подлежащие изготовлению собственными силами завода.

Третья стадия — окончательная отладка серийного выпуска

На одной-двух первых нормальных партиях машин производится окончательная выверка конструкции, проверка и наладка технологических процессов, приспособлений и инструментов, уточняются нормы времени, вносятся необходимые изменения или поправки в рабочие чертежи и технологические карты.

Чертежи и технические условия, а также вся технологическая документация окончательно фиксируются и отправляются на утвер-

ждение в установленном порядке, как то предусмотрено постановлением Совнаркома СССР от 21 декабря 1940 г.

На этом цикл работ по технической подготовке производства нового изделия заканчивается.

Внедрение скоростных методов в техническую подготовку производства настоятельно диктует необходимость дифференциации отдельных элементов подготовки и определения перекрывающихся фаз в общем объеме последней.

С этой точки зрения заслуживает внимания работа инж. И. Л. Дегтярева¹, который весь объем работ по технической подготовке производства расчленяет на два направления — горизонтальное и вертикальное.

По горизонтальной линии техническая подготовка подразделяется на три периода:

- 1) подготовка опытного образца;
- 2) подготовка к серийному производству;
- 3) наладка серийного выпуска.

Такое деление соответствует принятому нами выше. Оно имеет то положительное качество, что дает возможность сосредоточить внимание производственного коллектива на решении вопросов подготовки производства нового изделия не в целом, а по каждому периоду в отдельности².

По вертикальной линии инж. Дегтярев подразделяет техническую подготовку, как это видно из фиг. 1³, на 32 взаимосвязанных и перекрывающихся этапа-перехода.

Первые 13 этапов относятся к периоду подготовки опытного образца, последующие 11 этапов определяют объем работ по подготовке машины к серийному производству, и, наконец, последние 8 этапов характеризуют работу по наладке серийного выпуска.

Подобная дифференциация, как мы увидим дальше, дает возможность установить перекрытие отдельных этапов работы при организации технической подготовки по параллельно-последовательному графику.

В соответствии с характером работ каждого этапа инж. Дегтярев группирует их следующим образом:

- 1) конструкторская подготовка;
- 2) технологическая подготовка;
- 3) конструкторско-технологическая подготовка;

¹ И. Л. Дегтярев. Опыт ускорения подготовки производства и освоения новых конструкций, изд. «Домашнего инженера и техника».

² Примерно такое же деление мы встречаем и в решениях конференции по производственному планированию на заводах станкостроения и кузнечно-прессового оборудования, состоявшейся в Москве в июне 1940 г. См. «Резолюция конференции», Машгиз, 1940 г.

³ Фигуры 1, 2, 3, 4 и 5 даны на вклейках в конце книги.

- 4) организационно-плановая подготовка;
- 5) организационно-техническая подготовка.

Содержание каждой из этих групп работ видно из схемы (см. фиг. 1) и не требует особых разъяснений. Отметим только, что в состав технологической подготовки включается также и проектирование и изготовление материальной оснастки.

Необходимо подчеркнуть, что всякое расчленение целостного и чрезвычайно разностороннего процесса технической подготовки производства неизбежно носит условный характер и не может претендовать на самодовлеющее значение. Каков бы ни был процесс дифференциации, основной ее смысл заключается в правильном и стройном сочетании работ по проектированию и освоению новых изделий, максимально целеустремленном и быстром их выполнении.

С этой точки зрения расчленение процесса технической подготовки производства на этапы или звенья имеет служебное, вспомогательное значение: оно должно обеспечить возможность наиболее рациональной организации всего процесса освоения новой продукции и наибольшего уплотнения этого процесса во времени, т. е. сокращения длительности цикла технической подготовки производства.

2. Пути сокращения цикла

Большинство машиностроительных заводов перед войной проводило работу по подготовке производства так называемым последовательным методом. Считалась правильной такая система разработки и осуществления отдельных этапов технической подготовки производства, при которой работа последующего этапа не начиналась, пока не были закончены все работы на данном этапе.

Примером подобного распорядка работ может служить график освоения нового токарно-винторезного станка с высотой центров 300 мм, приведенный на фиг. 2. График наглядно иллюстрирует организацию работ по последовательному методу.

Применение метода последовательной подготовки производства приводит к чрезмерному удлинению цикла освоения новых конструкций. Скоростное освоение машин предполагает применение иного порядка подготовки производства — так называемого параллельно-последовательного графика.

При параллельно-последовательном графике подготовки производства отдельные этапы осуществляются, как правило, с перекрытиями или по крайней мере с наименьшими разрывами во времени.

Организация работ по такому графику сокращает длительность цикла технической подготовки и освоения новых изделий. Для подтверждения сказанного представим тот же объем работ по техни-

ческой подготовке производства токарно-винторезного станка при применении параллельно-последовательного графика.

Как видно из фиг. 3, весь процесс освоения станка занимает всего лишь 12 мес., между тем как при работе по последовательному методу он требует 27 мес. При этом следует учесть, что время, необходимое для выполнения работ на отдельных этапах технической подготовки, в обоих случаях оставалось неизменным. Таким образом сокращение длительности цикла освоения станка на 15 мес. достигается в данном случае исключительно за счет применения параллельно-последовательного порядка работ.

Сопоставляя график выполнения работ при последовательном методе с параллельно-последовательным графиком, мы устанавливаем следующую продолжительность отдельных этапов для одного и того же объема работ:

- 1) конструкторские работы вместо 5 мес. и 10 дней занимают 3 мес.;
- 2) выпуск опытного образца вместо 12½ мес. осуществляется за 4½ мес.;
- 3) выпуск первой серии вместо 23 мес. производится в течение 9 мес.

Как показывает опыт ряда заводов («Красный пролетарий», станкостроительный им. Ленина, завод им. Орджоникидзе и др.), применение параллельно-последовательного графика технической подготовки производства дает ускорение освоения и выпуска новых конструкций в полтора-два раза.

Применив параллельно-последовательный график подготовки производства, машиностроительный завод им. Орджоникидзе довел время изготовления мощных кранов (грузоподъемностью 40—80 т) до 2—2½ мес. вместо 5—6.

Параллельно-последовательный порядок работ в стадии конструкторской подготовки дает возможность сократить продолжительность конструирования в два-три раза. Так на машиностроительном заводе имени Сталина проектно-конструкторский отдел при помощи этого метода добился следующих результатов:

- 1) кран-перегрузатель с грейфером для завода им. Ильича спроектирован за 3 мес. вместо 5;
- 2) конверторы для «Североникеля» и «Ожуралникеля» разработаны в течение 1 мес. вместо 3;
- 3) заливной кран для Запорожского завода сконструирован за 3 мес. вместо 5;
- 4) сутуночные ножницы для Новомосковского завода, предназначенные для порезки сутупки в холодном состоянии на мерные длины, спроектированы в течение 1 мес. вместо 4.

Аналогичные примеры можно было бы привести и по другим отраслям машиностроения. В частности на машиностроитель-

ном заводе им. Кирова в рекордно короткий срок был спроектирован и выпущен первой серией угольный комбайн С-24.

Организация скоростной технической подготовки производства должна начинаться с внедрения графика параллельно-последовательного выполнения работ.

Правда, следует отметить, что применение графика параллельно-последовательного выполнения работ ведет к некоторому усложнению процесса планирования производства. При последовательном графике в каждом периоде обычно планируются и организуется работа одного-двух этапов. При параллельно-последовательном методе технической подготовки планирование и организация работ приходится вести одновременно для значительно большего числа этапов. Это приводит к известному техническому и экономическому риску, так как после окончания разработки чертежей возникает, как правило, необходимость внесения изменений в технологический процесс и в оснастку опытного образца машины, проектировавшихся параллельно с разработкой чертежей.

Однако, как показывает практика работы ряда заводов, применявших параллельно-последовательный график, необходимость переработки уже спроектированной и даже готовой материальной оснастки после окончательной разработки чертежей и технологических процессов затрагивает не свыше 8—10% всей номенклатуры инструментов, требующихся при изготовлении опытного образца. Затраты, связанные с подобной переработкой или изменением технологии, полностью окупаются экономией от сокращения цикла подготовки производства. Таким образом опасения, что параллельно-последовательный график может вызвать значительное удорожание подготовки производства, являются малоосновательными.

Применение параллельно-последовательного метода приобрело особенно широкий размах в условиях Великой отечественной войны.

В процессе срочного выполнения фронтных заказов применение параллельно-последовательного графика технической подготовки производства и проведение работ широким фронтом, будучи помножено на массовый энтузиазм и патриотизм инженерно-технического персонала, дало удесятеленный эффект и позволило освоить сложнейшие виды вооружения в рекордно короткие сроки. Это, в частности, особенно ярко проявилось в достижениях наших строителей танков, среди которых на первом месте следует назвать коллектив трижды орденоносного Кировского завода.

Было бы, однако, неправильным полагать, что ускорение освоения новых конструкций достигается лишь за счет применения параллельно-последовательного графика. Параллельно-последовательный график является, как мы уже указывали, только первым

этапом внедрения скоростных методов технической подготовки производства и вместе с тем наиболее эффективным фактором, сокращающим ее длительность.

Большая роль в сокращении цикла технической подготовки производства, а следовательно, и периода освоения новых конструкций, принадлежит внедрению стандартных и нормализованных деталей, позволяющему организовать изготовление крупных серий или партий их даже в условиях индивидуального производства. Значительное сокращение сроков достигается путем обеспечения унификации и обратимости приспособлений и нормализации деталей оснастки, типизации технологических процессов, конструктивной нормализации, технологического анализа создаваемых конструкций машин и пр.

Эти мероприятия кроме того повышают степень использования производственных мощностей и значительно улучшают технологию и организацию производственного процесса, способствуя внедрению поточных способов работы.

В дальнейшем мы попытаемся выяснить конкретное значение каждого из перечисленных выше основных факторов для ускорения цикла технической подготовки производства и освоения новых конструкций.

Глава II

ОРГАНИЗАЦИЯ СКОРОСТНОЙ КОНСТРУКТОРСКОЙ ПОДГОТОВКИ

1. Этапы проектирования конструкций

Конструкторскую подготовку обычно принято расчленять на следующие основные этапы:

- 1) разработка технического задания на проектирование или разработка задания, полученного от заказчика;
- 2) разработка эскизного проекта;
- 3) разработка технического проекта;
- 4) разработка рабочего проекта.

На заводах крупносерийного и массового производства конструкторская подготовка включает также и работы, связанные с изготовлением опытного образца машины, а именно осуществлением конструктивного анализа опытного экземпляра, проведением эксплуатационных испытаний его, разбором и анализом протокольных записей испытаний (контрольные сборки), устранением обнаруженных недостатков путем внесения изменений в конструкцию опытного экземпляра, разработкой и выпуском серийных

чертежей (уточнение всех данных в чертежах и спецификациях, выполнение всех чертежных и копировальных работ и пр.).

Некоторые из перечисленных выше вопросов относятся, собственно, к конструкторско-технологической подготовке.

Имея в виду выявление организационных и технических факторов, способствующих ускорению конструкторской подготовки как одного из видов технической подготовки производства, мы в дальнейшем изложении будем касаться только тех вопросов конструирования, которые при внедрении скоростных методов претерпевают те или другие изменения.

Рассмотрим кратко объем и содержание работ по каждому этапу конструкторской подготовки.

Техническое задание на проектирование

Техническое задание на проектирование разрабатывается, как правило, той организацией, на которую возложено проектирование данной машины или изделия.

Разработке технического задания предшествует составление обзора существующих отечественных и иностранных типов машин и сопоставление технико-экономических показателей их работы или применения.

В результате этого обзора производится выбор типа проектируемого механизма и разрабатывается техническое задание на проектирование, включающее: а) основные параметры механизма (производительность, габариты, вес и др.), б) специальные эксплуатационные требования, обусловленные областью применения изделия.

Техническое задание на проектирование нового изделия утверждается заказчиком.

В ряде случаев техническое задание заводу-исполнителю дает сам заказчик-потребитель. Это относится главным образом к заводам индивидуального машиностроения. В таком случае завод-исполнитель дорабатывает полученное задание, согласовывает свои коррективы с заказчиком, если в этом есть необходимость, и приступает к разработке эскизного проекта.

Эскизный проект

На основании утвержденного задания разрабатывается эскизный проект машины и дается технико-экономический анализ основных показателей вновь проектируемого объекта.

Эскизный проект включает:

1) графическую часть, состоящую из: а) конструктивной схемы машины, б) кинематической схемы, в) конструктивной схемы важнейших узлов, г) схемы работы машины;

2) технико-экономическое обоснование проекта, содержащее: а) краткую пояснительную записку к проекту, б) расчет основных параметров машины, в) эксплуатационные особенности машины, г) принципиальный график организации работ с применением разрабатываемой машины.

Эскизный проект также утверждается заводом-заказчиком, а в ряде случаев — и соответственным главным управлением, которое выносит заключение о целесообразности разработки технического проекта.

Технический проект

На основании утвержденного эскизного проекта разрабатывается технический проект и производится уточнение технико-экономических показателей вновь проектируемой машины.

В содержание технического проекта входят также графическая часть и технико-экономическое обоснование проекта.

К графической части относятся: а) конструктивные чертежи общего вида машины, полностью выявляющие всю ее компоновку, б) конструктивные чертежи основных узлов машины, в) кинематическая схема машины; г) схема привода и управления (электрического, гидравлического, пневматического и др.);

Технико-экономическое обоснование состоит из: а) краткой пояснительной записки, б) пояснительной записки к схеме привода и управления, в) конструктивных расчетов, г) рабочих графиков организации работ и уточненных технологических расчетов, д) уточненных технико-экономических расчетов, если при разработке машины значительно изменились данные эскизного проекта.

Технический проект утверждается так же, как и эскизный.

Наиболее сложные объекты рассматриваются техническими советами наркоматов и представляются на утверждение народному комиссару или его заместителю.

Рабочий проект

На основании утвержденного технического проекта разрабатывается рабочий проект машины.

Рабочий проект включает: а) полные рабочие чертежи экспериментальных машин, б) спецификацию по установленным нормам, в) монтажную схему электрического, пневматического, гидравлического и тому подобного оборудования, г) пояснительную записку с подробным описанием машины, фотографиями чертежей общего вида машины и важнейших узлов, д) расчетную записку, е) технические условия на изготовление машины, ж) краткую инструкцию по уходу и монтажу, з) спецификацию запасных частей и инструмента, и) программу и методику заводских и промышленных испытаний.

Методика промышленных испытаний утверждается главным управлением и техническим отделом наркомата.

К рабочему проекту прилагаются материалы технического проекта, не подлежащие переработке в рабочем проекте, а именно: а) принципиальные схемы привода и управления (электрического, пневматического, гидравлического), б) пояснительная записка к схемам привода и управления, в) технико-экономический расчет, г) график организации работ, д) расчет технологического процесса, обслуживаемого машиной.

Рабочие чертежи утверждаются главным инженером проектирующей организации или завода, на котором велась разработка рабочего проекта.

Рабочие проекты разрабатываются, как правило, заводами-изготовителями, самостоятельно или же с привлечением конструкторских бригад проектной организации, выполнявшей технический проект.

Таков основной круг вопросов, подлежащих разрешению при конструкторской подготовке, и такова последовательность их осуществления.

2. Совмещение этапов проектирования

Какие же требования и условия необходимо соблюдать при скоростной организации конструкторской подготовки?

Главное состоит, очевидно, в том, чтобы устранить все излишние звенья процесса проектирования изделия и добиться максимального их уплотнения и совмещения в календарном отношении.

Рассмотрим под этим углом зрения последовательные этапы конструкторской работы, общий обзор которых был дан выше.

Известно, что работы по каждому из этапов проектирования (техническое задание, эскизный проект и технический проект) должны утверждаться заводом-заказчиком, а в ряде случаев — главным управлением, техническим отделом наркомата и в отдельных случаях народным комиссаром. Время, затрачиваемое на согласование и экспертизу работ отдельных этапов проектирования, как показывает опыт ряда различных отраслей промышленности, удлиняет процесс конструирования на 3—5 мес.

Наиболее трудоемким этапом в конструировании новой машины является разработка технического проекта, в котором по существу углубляются и дорабатываются основные вопросы эскизного проекта. Таким образом большая часть технического проекта является лишь повторением и уточнением эскизного проекта. Поэтому представляется безусловно целесообразным и возможным для сокращения цикла конструкторской подготовки совмещать отдельные элементы эскизного и технического проектов. В частности в эскизный проект можно включить следующие работы, относящиеся к техническому проекту: выполнение конструктивных чер-

тежей общего вида машины, разработку чертежей некоторых основных узлов машины, кинематической схемы машины и схемы привода, основные расчеты прочности и т. п. Такие элементы технического проекта, как выбор материала для главных деталей, установление основных фаз изготовления, разработка требований к механическим свойствам материалов, установление способа взаимного сопряжения узлов и основных деталей, необходимо перенести в рабочий проект. Что же касается технического задания, то оно должно быть совмещено с эскизным проектом.

Отдельные заводы, идущие по пути полного исключения технического проекта (за счет более детальной разработки эскизного проекта и перенесения части работы по техническому проекту в рабочий проект), достигают существенного ускорения конструкторской подготовки. Примером может служить проектирование таких ответственных и сложных машин, как угольный комбайн Бахмутского, заливочный кран 125/35 т, штабеллеры для Нижне-Тагильского завода, пловучий кран для Главсевморпути и др. Такую же практику по ряду машин применяет трижды орденоносный Кировский завод, где в настоящее время вместо трех проектов (эскизный, затем технический и, наконец, рабочий) составляются эскизно-технический и рабочий проекты.

Совмещение этапов проектирования дает немалую экономию времени еще в процессе конструирования. На машиностроительном заводе им. Орджоникидзе, благодаря совмещению технического проекта частично с эскизным и частично с рабочим, продолжительность цикла проектирования комплекса машин для непрерывного травления стальной ленты (сложного агрегата, состоящего из 17 типо-размеров машин) была сокращена на 90 рабочих дней. На машиностроительном заводе имени Сталина, применившем этот же метод при проектировании стана для прокатки цинка, длительность цикла конструирования была сокращена на 60 дней.

Чтобы подробно проиллюстрировать методы совмещения различных этапов конструкторской подготовки производства мы рассмотрим их практическое применение на примере проектирования перегружочного крана для Сталиногорской ГРЭС.

Речь идет о кране грузоподъемностью в 10 т, предназначенном для выгрузки угля, прибывающего на склад, и для погрузки его со склада в вагоны при подаче на ГРЭС. Проектная производительность крана — 125 т в час.

На фиг. 4 приведен перечень работ и указана длительность цикла проектирования рассматриваемого крана в двух вариантах: при применении скоростных и обычных методов конструирования.

При проектировании изделий подобного типа считался нормальным следующий порядок работы. Основой для заключения договора и установления ориентировочного веса крана служил утвержденный заказчиком габаритный чертеж, содержащий основ-

ные размеры крана и скорости движений отдельных механизмов (техническое задание). Следующей стадией являлся эскизный проект, содержащий приближенное решение узловых вопросов конструкции крана. Третьей стадией был технический проект с полным решением всех элементов конструкции, настолько подробным и точным, что последняя стадия — рабочие чертежи (рабочий проект) — по существу представлял собой лишь расширенное повторение технического проекта.

При скоростном проектировании были оставлены без изменения первая и последняя стадии работы, т. е. разработка габаритного чертежа (техническое задание) и рабочих чертежей, а эскизный и технический проекты были объединены.

Проектант — ведущий конструктор — разрабатывал технический проект менее подробно, чем прежде, учитывая, что как руководитель работ последующей стадии проектирования он будет иметь возможность внести необходимые дополнения в рабочие чертежи.

Благодаря такому сочетанию эскизного и технического проектов длительность цикла проектируемого крана уменьшилась на 30 дней. Как видно из фиг. 4, вместо 95 дней, необходимых для проектирования при обычных методах, по новому графику было затрачено всего 65 дней.

Далее. Согласование проектов с заказчиком было обусловлено договором. Проектирование электротехнической части крана производила специальная электромонтажная организация, и поэтому при изготовлении рабочего проекта необходимо было согласовать с ней все вопросы, связанные с выбором электрооборудования.

Это согласование проекта было проведено весьма тщательно, благодаря чему в основном удалось избежать переделок и вадержек.

При разработке эскизно-технического проекта предусматривалось расчленение крана на отдельные механизмы с последующим разделением на узлы.

Кран состоит из четырех главных механизмов: 1) мост крана, 2) механизм передвижения крана, 3) тележка, 4) грейфер.

Каждый из перечисленных механизмов расчленяется на узлы. Узел в свою очередь состоит из отдельных частей и представляет собой или независимый механизм, который может подвергаться испытаниям при монтаже в сборочном цехе (например механизм подъема, редуктор, тормоз), или связанную конструкцию (например нога крана).

Для ускорения конструкторской подготовки проектирование узлов велось параллельно, причем разработка некоторых из них, не изменяющихся в зависимости от того или иного содержания рабочего проекта (например балансиры, барабаны и пр.) была начата еще до утверждения проекта заказчиком.

Изготовление рабочих чертежей узлов осуществлялось отдель-

ными конструкторами под руководством ведущего конструктора, причем чертежи выдавались в цехи по узлам.

Обычно эскизы отдельных элементов клепаных и сварных конструкций выполнялись на синьках (см. фиг. 4), т. е. после изготовления калек. Исправление ошибок, обнаруженных в чертежах, или изменения, являющиеся результатом проработки чертежей при эскизировке, производились в готовых калках.

Чтобы сократить сроки изготовления чертежей, к эскизировке при проектировании перегрузочного крана приступали после выполнения их в карандаше.

Часто в эскизировку отдавался отдельный чертеж, до окончания изготовления остальных чертежей, относящихся к данному узлу. Эскизировка начиналась таким образом на столько дней раньше, сколько необходимо для копировки чертежей на кальку и для снятия светоконий, причем исправление чертежей, выполненных в карандаше, значительно упрощалось и требовало меньше времени, чем исправление калек, выполненных тушью¹.

Проверка чертежей механической части обычно начиналась после выполнения в карандаше всех чертежей, так как при проверке приводятся в соответствие размеры, нанесенные на разных чертежах, даже относящиеся к разным узлам (например необходимо проверить места соединений, замыкание размерных цепей и т. д.).

При проектировании перегрузочного крана отказались от этого порядка и проверку чертежей производили по узлам, как только они были закончены, что дало значительную экономию времени.

Также вопреки установленному порядку, при котором все чертежи тележек, как правило, проверялись одним конструктором, часть узлов тележки перегрузочного крана была проверена ведущим конструктором, другая часть — рабочими конструкторами.

Это мероприятие сократило почти на 25% время, необходимое для проверки всех чертежей.

Общий вид машины составляется обычно после выполнения всех рабочих чертежей и служит главным образом для проверки правильности увязки отдельных деталей и узлов. В данном случае наиболее важным является составление и проверка общего вида тележки, включающей много компактно размещенных механизмов, вследствие чего возможны ошибки и неувязки в расположении отдельных узлов и деталей механизмов. При прежнем порядке чертежи не выдавались в цехи впрямь до изготовления общего вида тележки, т. е. до последней проверки чертежей. При скоростном методе чертежи начали поступать в цехи для изготовления деталей еще до разработки общего вида тележки.

¹ Для железных конструкций (т. е. моста) эскизировка является проверкой.

Ошибки, обнаруженные при проектировании общего вида, были немедленно исправлены на синьках, выданных в цехи. Исправление синек потребовало дополнительной затраты времени (примерно 4—5 дней), зато общая длительность цикла проектирования тележки была сокращена на 16 дней (см. фиг. 4).

Общее сокращение цикла проектирования, составившее 60 дней, явилось таким образом результатом совмещения этапов проектирования и применения поузлового метода конструирования, что позволило организовать работу широким фронтом¹.

Следует расчленять проектируемую машину на узлы и комплекты еще в стадии первых набросков — компоновки, так как это дает возможность одновременно привлечь большее количество исполнителей и ускорить процесс их работы.

Совмещение эскизного и технического проектов может быть рекомендовано для крупносерийного и массового производства, где осуществляется подготовка экспериментального образца. Обнаруженные недостатки в конструкции могут быть устранены при наладке серии.

В мелкосерийном и индивидуальном производствах метод совмещения технического проекта с эскизным следует допускать при наличии достаточно тщательно проверенных расчетных нормативов и при условии передачи наиболее сложных расчетов специально выделенной группе работников.

Установление технических условий на проектирование новых машин как самостоятельный этап конструкторской подготовки может быть исключено, так как, по определению технической подготовки, данному нами в гл. I, оно относится к внезаводской подготовке. Что же касается доработки технических условий на проектирование, получаемых от заказчика (внезаводская подготовка), то она подлежит осуществлению при разработке эскизно-технического проекта.

Совмещение этапов проектирования и внедрение поузлового способа разработки, обеспечивающего ведение работы широким фронтом и тем самым ускорение процесса конструирования в целом, является первым условием организации скоростной конструкторской подготовки.

3. Обеспечение технологичности конструкций

Известно, что конструктивное совершенство машины зависит не только от ее эксплуатационных качеств; оно определяется также и степенью технологичности конструкции, сроками подготовки производства и темпами освоения новой машины.

¹ В целом перегрузочный кран был изготовлен за 14 мес. вместо 3 лет при обычных методах.

Технологичность конструкции решается в стадии разработки эскизно-технического и рабочего проектов.

Конструкция будет полностью удовлетворять требованиям технологичности в том случае, если она максимально проста в изготовлении и если при ее производстве в наибольшей степени использованы уже ранее освоенные детали и узлы, а также уже существующая материальная оснастка технологических процессов. Таким образом, под технологичной следует понимать такую конструкцию изделия, которая, полностью удовлетворяя предъявляемым к ней эксплуатационным требованиям, вместе с тем может быть выущена в кратчайшие сроки при минимальных затратах рабочей силы и материальных средств.

Показателями конструктивной простоты любой машины могут служить:

- 1) количество деталей, составляющих машину;
- 2) конструктивная простота деталей;
- 3) уровень требований к точности исполнения размеров (допуски на неточность изготовления и припуски на обработку);
- 4) уровень требований к качеству отделки поверхностей.

Чем меньше количество деталей и чем они проще в обработке, чем ниже требования к точности и к отделке поверхности деталей (при заданных эксплуатационных качествах), тем машина конструктивно технологичнее.

Требование простоты деталей часто не выполняется: нередко применяются детали с ненужными радиусами закругления, с шестигранными формами вместо цилиндрических и т. п.

Упрощение деталей сокращает время их изготовления, обработки и сборки, ускоряет проектирование и освоение технологических процессов и уменьшает случаи неполадок при их освоении, сокращает потребность в материальной оснастке.

Показателями конструктивной «оригинальности» машины¹ являются:

- 1) количество оригинальных (индивидуальных) деталей;
- 2) разнообразие применяемых параметров (диаметров, модулей, резьб, посадок, марок материала и пр.).

Ясно, что чем меньше количество оригинальных деталей в машине и чем менее разнообразны их параметры, тем менее оригинальна (следовательно более проста) в изготовлении конструкция машины.

¹ В данном случае под словом «оригинальность» понимается не своеобразие выполнения конструкторско-эксплуатационного замысла, не оригинальность конструкторского творчества, проявившегося в машине, а всего только степень использования конструктором так называемых нормальных деталей и узлов или, по крайней мере, таких, которые уже изготавливались ранее при производстве других машин и потому вполне освоены предприятием.

Одно из перечисленных выше условий, определяющих технологичность конструкции, а именно условие понижения требований к точности отдельных размеров без нарушения качества и точности машины в целом, кажется на первый взгляд внутренне противоречивым. Однако фактически здесь нет противоречия, как будет видно из дальнейшего изложения. Что же касается выполнения этого условия, то оно может быть достигнуто на основе теории размерных цепей.

Применение принципа размерных цепей

Не касаясь всех вопросов, охватываемых теорией размерных цепей, мы остановимся на некоторых положениях этой теории в связи с задачами скоростной конструкторской подготовки производства.

Каждая машина состоит из ряда конструктивных элементов (деталей и узлов), взаимосопряжения которых должны обеспечивать возможность выполнения заданных функций и необходимую точность их осуществления. С точки зрения получения конечных точностей качество машины определяется, как правило, техническими условиями и нормами точности и зависит от взаимосопряжения или перемещения деталей и их соединений (узлов, комплектов). Конечная точность получается как алгебраическая сумма составляющих ее точностей.

Совокупность размеров, расположенных по замкнутому контуру, получила название размерной цепи. Таким образом «под размерной цепью понимаются все расположенные по замкнутому контуру, в определенной последовательности, размеры, связывающие друг с другом поверхности и оси, детали или группы деталей, взаимное положение которых требуется определить»¹.

Размерные цепи имеют две ветви, которые определяют их замкнутость: одна ветвь является основной, другая — замыкающей. Всякая машина может рассматриваться как комбинация размерных цепей, решающих отдельные вопросы получения конечных точностей: сборку машины — как решение цепей машины и узлов, механическую обработку — как решение размерных цепей отдельных деталей.

Существует пять методов решения размерных цепей:

1) абсолютной взаимозаменяемости; 2) неполной взаимозаменяемости; 3) подбора, или селекции; 4) пригонки или изготовления по месту; 5) подвижного компенсатора.

Решение размерной цепи методом абсолютной взаимозаменяемости должно иметь своим следствием такое «со-

¹ Б. С. Балажшин, Влияние конструкции на цикл освоения и трудоемкость машины, сб. Харьковского института усовершенствования инженеров, 1940 г., стр. 108.

стойные изделия, которое позволяет из произвольного множества деталей взять без выбора любую и присоединить к любой из партий, сопрягаемой с ней, таким образом, чтобы она удовлетворительно пришлась по месту в соответствии с имеющимися предписаниями (т. е. техническими условиями и нормами точности)»¹.

Примером полной взаимозаменяемости является цоколь лампы, свечи автомобильных двигателей и т. п. Преимущества этого метода общеизвестны. К недостаткам относится необходимость производить обработку деталей с наиболее высокой точностью, часто экономически нецелесообразной, а иногда и труднодостижимой на практике. Исследования, проведенные Б. С. Балакшиным², показывают, что во всех случаях, где представляется малейшая возможность, следует избегать высоких точностей. Выполнение высоких точностей неизбежно связано с излишней затратой времени на обработку и с дополнительным расходом средств (и времени) на оснащение технологических процессов.

Метод неполной взаимозаменяемости разрешает прибегать к увеличению допусков звеньев размерной цепи, благодаря чему обработка деталей становится проще, экономичнее.

Метод подбора применяется в массовом и крупносерийном производствах в тех случаях, когда из-за многозвенности или требуемой конечной точности цепи получаются такие допуски на изготовление отдельных деталей, при которых чрезвычайно трудно и дорого обеспечить полную взаимозаменяемость последних. Преимущества этого метода заключаются в экономичности получения высокой точности.

Метод пригонки или изготовления по месту общеизвестен. Заключается он в том, что размеры деталей, входящие в решаемую размерную цепь, увеличивают с таким расчетом, чтобы получающаяся при замыкании цепи неточность уложить в пределы требуемой конечной точности размерной цепи путем пригонки или изготовления по месту одного из размеров цепи. Как правило, таким размером-компенсатором является размер замыкающей цепи детали, которая обрабатывается и монтируется последней.

Достоинством этого метода решения размерных цепей является понижение точности размеров отдельных деталей, входящих в цепь, при одновременном повышении точности размерной цепи в целом. Этот способ позволяет облегчить и удешевить обработку. К недостаткам метода следует отнести необходимость применения ручных работ, связанных с пригонкой деталей, и увеличение в связи с этим стоимости сборочных операций.

Метод подвижного компенсатора сходен с методом пригонки. Отличие состоит в том, что изменение величины

¹ Б. С. Балакшин, Основные направления в разработке технологических процессов, «Станки и инструмент» № 8, 1937 г.

² См. там же.

компенсирующего звена для получения требуемой точности в размерной цепи производится не пригонкой, а путем перемещения принадлежащей звену детали (или деталей). Перемещающаяся деталь называется подвижным компенсатором.

Важнейшим преимуществом этого метода является получение заданной точности без каких-либо пригоночных работ при одновременном расширении допусков всех звеньев размерной цепи до требуемых.

Второе не менее важное преимущество метода подвижного компенсатора по сравнению с остальными методами заключается в том, что он позволяет регулировать точность, требуемую в размерной цепи (путем перемещения подвижного компенсатора)¹.

При решении задач, возникающих как при конструировании машин, узлов и деталей, так и при разработке технологических процессов и проектировании оснастки, необходимо пользоваться наикратчайшими размерными цепями, обеспечивая при этом требуемую точность методом подвижного компенсатора.

Таким путем достигается упрощение конструкции, понижение до необходимых пределов точности деталей, облегчение механической обработки и сборки машин.

Конструктивная нормализация

Важнейшим фактором, способствующим увеличению технологичности конструкций, разрабатываемых нашими заводами, является внедрение стандартизации и нормализации.

«Стандартизация представляет проводимое в масштабе всего народного хозяйства ограничение разнообразий однородных объектов производства целесообразным минимумом числа при точном регламентировании качественных требований к каждому стандартизованному объекту»². Понятие нормализации совпадает с понятием стандартизации, но ограничено рамками предприятия.

Для промышленности и сельского хозяйства СССР до последнего времени было установлено более 12 тыс. государственных общесоюзных стандартов. В США имелось около 110 тыс. стандартов, в Германии—7,5 тыс., в Англии—1,2 тыс., в Италии—1,0 тыс. и т. д.³ Несмотря на размах стандартизации в нашей стране, ряд отраслей машиностроения в СССР почти не имеет стандартов на выпускаемую продукцию. К таким отраслям относится с.-х. машиностроение. Совершенно не охвачены стандартами крупные изделия, изготавливаемые тяжелым машиностроением. Нет также стан-

¹ Теория размерных цепей достаточно полно разработана Б. С. Балахным в его работах «Размерные цепи и компенсаторы» и «Размерные цепи».

² Организация машиностроительного производства, под ред. Коценбогена, 1941 г., стр. 162.

³ З е р н о в, Технология и стандарт, «Известия» от 10/1 1941 г.

дартов на паросиловое оборудование, товарные вагоны, компрессоры, насосы и т. п.

Большую помощь в разработке стандартов могли бы оказать заводские бюро нормализации и стандартизации. Но заводские бюро нормализации и стандартизации не всегда обеспечены кадрами, а руководители предприятий обычно уделяют мало внимания этой работе. Все это приводит к недостаточному использованию стандартов и нормалей при проектировании конструкций.

В практике работы заводов имеется еще немало случаев, когда одни и те же детали для разных машин проектируются различными по форме. Освоение таких деталей производством приводит к ненужным затратам, связанным с разработкой новых технологических процессов, нормированием их и проектированием нового инструмента и приспособлений.

Для удешевления производства, сокращения времени на подготовку и уменьшения производственного цикла следует расширить применение модифицированных деталей и стандартных узлов¹, сделать конструкцию максимально нормализованной. Преимущества нормализации и стандартизации общеизвестны. Стандартизация и нормализация значительно сокращают количество оригинальных деталей и узлов конструкции и позволяют заранее создать чертежи-стандарты и типовые технологические процессы на все нормализованные детали.

Различают два вида нормализации: машиностроительную и конструктивную.

Машиностроительная нормализация охватывает детали общего назначения—соединительного, установочного, передаточного характера, не определяющего устройства и характера машины.

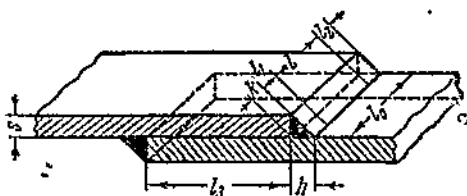
К такого рода деталям относятся: шпильки, фитинги, маховички, маслянки, муфты, пружины, втулки, шпонки, валки, ключи гаечные, вкладыши, болты, ручки, гайки, рычаги, шайбы, рукоятки, шпильки, кронштейны, заклепки, кольца, флянцы, звездочки, шарниры, шестерни и т. д. Примером заводской нормализации подобных деталей является приведенная на фиг. 5 нормаль валика общего применения.

На машиностроительных заводах главное внимание обращают обычно на нормализацию деталей общего применения, между тем как нормализацией должны быть охвачены также и технологические процессы, а равно отдельные детали и узлы специальных приспособлений.

Приведенные ниже фиг. 6 и 7 иллюстрируют возможность внедрения в производство подобной нормализации технологических процессов, а также деталей приспособлений.

¹ Под стандартным мы понимаем узел, освоенный в серийном производстве и достаточно проверенный в эксплуатации, имеющий одинаковое или сходное технологическое назначение в разных конструкциях.

Сварка электродуговая, соединение внахлестку с нормальным швом



Фиг. 6.

Соединение внахлестку

Толщина листа	Ширина нахлестки	Высота шва	Калибр шва	Формула для расчета	Примечание
s	l	h	h		
3	15	3	3	$P = 2 \cdot 0,7 \cdot S \cdot R [l_0 - (l_1 + l_2)]$ $(l_1 + l_2) = 1,6 + 2 \text{ см}$	Работает на растяжение и сжатие
4	18	4	4		
5	20	4	5		
6	22	5	6		
7	25	6	7		
8	28	6	8		
9	32	8	9		
10	36	8	10		

P — усилие в кг, S — толщина,

$k = 0,7 \cdot S$, l — расчетная длина шва,

R — допускаемое напряжение в шве

Допуски: в ширине нахлестки ± 5 мм

„ высоте шва $\pm 1,0 - 0,5$ мм

„ калибре „ $\pm 1,5$ мм.

Допускается варить листы разной толщины

Примечание. При сварке разной толщины листов калибр шва выбирается по более тонкому листу.

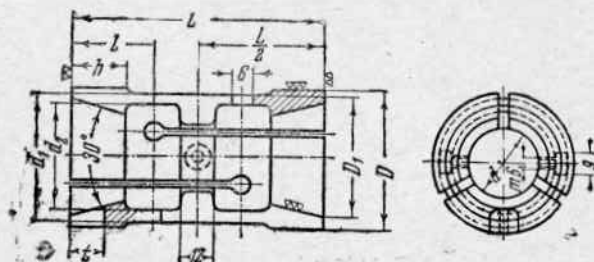
Внесен

Нач. БНС

Гл. инженер

Обязателен

Разжимная втулка



Фиг. 7.

Пример обозначения разжимной втулки диаметром $D=65$ мм — № 5

Втулка $\frac{86 \text{ ДП}}{\text{№ 5}}$
мм

№ втулки	D номин. посадки e	D_1	d	d_1	d_2	h	t	l	L	№ чертежа
1	От 40 до 45	31	21	36	30	15	10	23	70	
2	Св. 45 „ 50	31	25	40	34	15	10	23	70	
3	„ 50 „ 55	42	31	46	40	20	15	23	80	
4	„ 55 „ 60	41	35	50	42	20	15	28	90	
5	„ 60 „ 65	51	41	56	48	20	15	28	90	
6	„ 65 „ 70	51	45	60	52	20	15	28	90	
7	„ 70 „ 75	59	51	66	58	25	15	33	100	
8	„ 75 „ 80	59	55	70	68	25	15	33	100	

1. Материал—сталь марки 45 по ОСТ/НКТП 7123.
2. Термообработка—калить, отпускать; твердость 23—24 Rc.
3. Во избежание деформации гильзы при термической обработке прорез фрезеровать не до конца и после окончательной отделки прорезать их шлифовальным кругом.

По материалам Оргаметалла

Составил

Нач. БНС

Гл. инженер

Обязателен

Нормализация должна кроме того охватывать допуски и посадки, межоперационные припуски, припуски на поковку и литье, применяемые материалы (в том числе материалы для инструментов), допуски и припуски на котельные работы, литниковую систему, крепежные детали, детали машин, вспомогательный, мерительный и режущий инструменты (в том числе слесарно-монтажный и котельный), технические условия на чугунное и стальное литье, электросварку и другие технологические процессы.

Как мы уже указывали, на заводах уделяется далеко неодинаковое внимание различным объектам, подлежащим нормализации. Особенно недостаточно внедряется конструктивная нормализация.

«Под конструктивной нормализацией надо понимать нормализацию таких деталей, которые характеризуют особенности устройства и назначения машины, точно повторяющиеся перемещения, характеризующие технологическое назначение машины, и все те признаки, которые отличают данную машину от всех других»¹.

Объектами конструктивной нормализации являются: 1) размер, 2) деталь и 3) узел.

Соответственно можно различать конструктивную нормализацию в зависимости от ее объекта: размерную, поддетальную и узловую.

Значение конструктивной нормализации для ускорения освоения новых машин чрезвычайно велико.

Инж. Гокун в статье «Конструктивная нормализация в машиностроении»² приводит интересные данные об уменьшении оснастки технологических процессов изготовления крыльчатых насосов двойного действия благодаря проведенной конструктивной нормализации. Так например, количество применяемых моделей было сокращено на 37,5%, нормальных инструментов — на 56,5%, приспособлений — на 67,5%, нормальных калибров — на 65% и специальных калибров — на 55%.

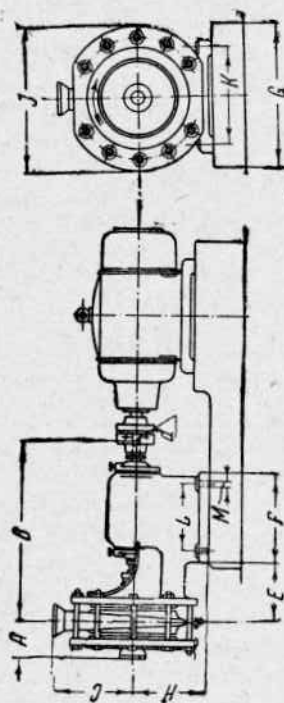
В принципе конструктивная нормализация основана на положении, что машины состоят из ряда конструктивных элементов (деталей), которые в различных модификациях и сочленениях повторяются.

Отсюда представляется возможность вести проектирование новых машин на базе уже освоенных деталей, варьируя лишь те узлы и комплекты, которые, не меняя назначения машины, увеличивают ее производительность, улучшают эксплуатационные качества.

¹ В. Б. Гокун, Конструктивная нормализация в машиностроении, «Вестник металлопромышленности» № 4—5, 1940 г.

² Там же.

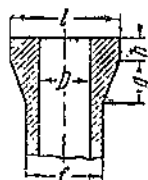
Центробежные кислотоупорные насосы



Фиг. 9.

Типо-размер насоса	Расход Q л/мин.	Напор H м жидк. ст.	Число оборо- тов n	Расход Q л/мин.	Напор H м жидк. ст.	Число оборо- тов n	Расход мощности на воде N кВт	Необходим. мощность мотора кВт	Типо-размер насоса	Расход Q л/мин.	Напор H м жидк. ст.	Число оборо- тов n	Расход мощности на воде N кВт	Необходим. мощность мотора кВт
КНЗ-5/23	550-270	12-15	1450	550-270	12-15	1450	3,08	6,0	КНО-5/23	550-270	12-15	1450	3,08	6,0
КНЗ-5/25	600-300	15-17,5	1450	600-300	15-17,5	1450	4,2	8,0	КНО-5/25	600-300	15-17,5	1450	4,2	8,0
КНЗ-6/27	900-450	18-21	1450	900-450	18-21	1450	6,6	12,5	КНО-6/27	900-450	18-21	1450	6,6	12,5
КНЗ-6/30	1000-500	22-26	1450	1000-500	22-26	1450	9,0	17,0	КНО-6/30	1000-500	22-26	1450	9,0	17,0
КНЗ-8/32	1350-780	25-29	1450	1350-780	25-29	1450	12,25	23,0	КНО-8/32	1350-780	25-29	1450	12,25	23,0
КНЗ-8/35	1500-800	30-35	1450	1500-800	30-35	1450	16,3	31,0	КНО-8/35	1500-800	30-35	1450	16,3	31,0

Тип насоса	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	L	M	d	e	f	g	h	Вес насоса (теорет.) кг
КНО-5/23	130	587	250	50	197	300	390	220	430	330	240	22	30	90	70	30	10	144,0
КНО-5/25	130	587	250	50	197	300	390	220	430	330	240	22	30	90	70	30	10	145,0
КНО-6/27	141	587	290	60	197	300	400	245	465	340	240	22	30	110	85	37	10	170,0
КНО-6/30	141	587	290	60	197	300	400	245	465	340	240	22	30	110	85	37	10	171,0
КНО-8/32	160	680	360	80	220	360	450	290	570	390	300	22	35	150	115	53	15	228,0
КНО-8/35	160	680	360	80	220	360	450	290	570	390	300	22	35	150	115	53	15	230,0



Продолжение
фиг. 9
Всасывающий и
нагнетательный
патрубки

Тип насоса	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	L	M	d	e	f	g	h	Вес насоса (теорет.) кг
КНЗ-5/23	133	587	250	50	197	300	390	220	430	330	240	22	30	90	70	30	10	144,0
КНЗ-5/25	133	587	250	50	197	300	390	220	430	330	240	22	30	90	70	30	10	145,0
КНЗ-6/27	140	587	290	60	197	300	400	245	465	340	240	22	30	110	85	37	10	170,0
КНЗ-6/30	140	587	290	60	197	300	400	245	465	340	240	22	30	110	85	37	10	170,0
КНЗ-8/32	160	680	360	80	220	360	450	290	570	390	300	22	35	150	115	53	15	227,0
КНЗ-8/35	160	680	360	80	220	360	450	290	570	390	300	22	35	150	115	53	15	229,0

Примечания. 1. Напор указан в метрах жидкостного столба.

2. Мощности моторов указаны для серной кислоты уд. веса $\gamma = 1860$ кг/м³.

3. Насосы могут быть установлены на бетон непосредственно, как указано в чертеже. По желанию заказчика поставляются фундаментные плиты. В этом случае при заказе оговариваются тип и размер мотора.

Конструктивная нормализация приобретает особенное значение в условиях военного времени и будет играть очень большую роль в послевоенный период при восстановлении промышленности на территориях, освобожденных от немецкой оккупации. Так именно с учетом мощного развития энергетического машиностроения в условиях военного и послевоенного периодов проектно-конструкторский отдел турбинного завода им. Кирова разработал в конце 1942 г. технические проекты серийных турбин малой и средней мощности, проводя широкую конструктивную их нормализацию.

Опыт конструктивной нормализации в турбостроении тем более значителен и характерен, что вплоть до настоящего времени эта отрасль отличалась ярковыраженным преобладанием мелко-серийного или даже индивидуального производства. В практике работы турбозаводов случаи использования отдельных элементов конструкций для турбин разных типов были весьма редкими и составляли исключение.

Завод им. Кирова, полностью учтя практику ряда передовых заграничных фирм, пытавшихся применить принципы массового производства для изготовления некоторых деталей и узлов турбин, оставил далеко позади эти попытки частичного решения проблемы и смело пошел по пути широкой конструктивной нормализации.

В результате успешной и напряженной работы коллектива конструкторов были запроектированы три серии турбин, покрывающие все требующиеся 40 типо-размеров, а именно: 1-я серия — 16 типо-размеров с мощностью от 4000 до 8000 квт, 2-я серия — 12 типо-размеров с диапазоном мощности 1500—4000 квт, 3-я серия 12 типо-размеров с мощностью от 500 до 1500 квт.

Каждая серия кроме градации по мощности включает подразделение турбин по типам: конденсационные, теплофикационные с производственным отбором, теплофикационные с отопительно-вентиляционным отбором и турбины с противодавлением.

Таким образом большое количество разнообразных турбин малой и средней мощности сводится практически к трем исходным образцам.

Переход от одной турбины к другой как по мощности, так и по назначению осуществляется в пределах каждой серии сравнительно просто — без применения новых деталей и узлов. Об этом легко судить по таблице применимости деталей и узлов всех типов турбин (фиг. 8, см. вклейку, в конце книги).

Проведенная работа по конструктивной нормализации, положенная в основу проектирования турбин малой и средней мощности, предопределяет переход от индивидуального их производства к крупносерийному и даже массовому. А это в свою очередь влечет значительное повышение уровня технологии производства, сокращение циклов изготовления турбин, рост производительности труда, уменьшение затрат рабочей силы и снижение требований

к квалификации рабочих, что имеет исключительно важное значение в условиях войны. В общем итоге затрата времени на производство одной турбины благодаря конструктивной нормализации сокращается на 40—45% сравнительно с индивидуальным производством.

Аналогичные результаты получены заводом «Большевик», осуществившим конструктивную нормализацию 12 типо-размеров кислотоупорных насосов типа КНЗ и КНО, имеющих, как это видно из фиг. 9, различные технические параметры.

Все эти насосы конструктивно удалось свести к двум основным группам. Только лопастное колесо и всасывающий штуцер являются оригинальными (индивидуальными) деталями этих насосов, тогда как остальные детали — взаимозаменяемые. При этом 19 деталей из 24, перечисленных на фиг. 10, взаимозаменяемы в пределах восьми насосов первой группы и четырех насосов второй группы. Что же касается таких деталей, как корпус, станина и зажимной фланец, то и они являются взаимозаменяемыми — в пределах четырех насосов каждой из трех групп.

Таким образом количество деталей, общих для всех типо-размеров насосов, как видно из табл. 1, колеблется от 79,3 до 96%.

Большой практический интерес представляет не только нормализация, доведенная до полной взаимозаменяемости отдельных деталей, но также и нормализация, обеспечивающая более широкую применимость деталей, сходных или подобных друг другу по конфигурации.

Примером подобной конструктивной нормализации может служить работа, проведенная заводом им. Фрунзе по вакуумнасосам различных параметров (фиг. 11).

Табл. 2 характеризует применимость одинаковых, подобных и индивидуальных деталей в вакуумнасосах 6 типо-размеров; из 380 деталей оказалось подобных 247, одинаковых 130 и индивидуальных лишь 3 детали.

Конструктивная нормализация получила также широкое развитие в текстильном, химическом машиностроении и в станкостроении. Примером конструктивной нормализации в станкостроении может служить работа, сделанная станкозаводом им. Орджоникидзе, спроектировавшим на базе станка 1352 целую гамму универсальных токарно-револьверных станков.

Приведенная ниже табл. 3 характеризует применимость узлов и деталей базовой модели станка в производных станках этого ряда.

К мероприятиям по конструктивной нормализации непосредственно примыкает создание и внедрение так называемых конструкторско-технологических нормативов. Идея этой нормализации заключается в разработке определенных техноло-

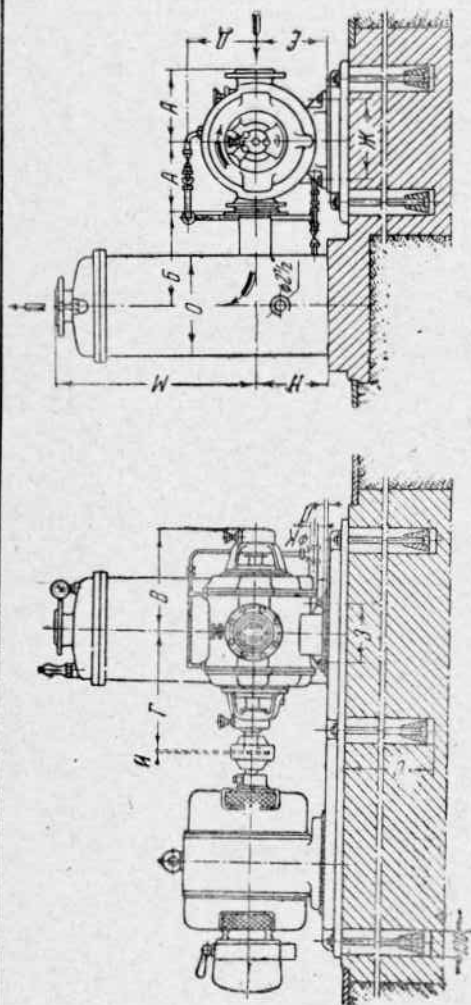
Применяемость деталей кислоты

Типо-размеры насосов		КНЗ-5/23			КНО-5/23			КНЗ-5/25		КНО-5/25		КНЗ-6/27	
Ожидаемая характеристика	Q л/мин. Нм жидк. ст.	550—270			550—270			600—300		600—300		900—450	
		12—15			12—15			15—17,5		15—17,5		18—21	
		Марка насоса	Кол. дет.	%	Кол. дет.	%	Кол. дет.	%	Кол. дет.	%	Кол. дет.	%	
Центробежные кислотоупор- ные насосы		КНЗ-5/23	24	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		КНО-5/23	22	91,7	2	8,3	—	—	—	—	—	—	—
		КНЗ-5/25	23	96	—	—	1	4	—	—	—	—	—
		КНО-5/25	22	91,7	—	—	—	—	2	8,3	—	—	—
		КНЗ-6/27	19	79,3	—	—	—	—	—	—	5	20,7	—
		КНО-6/27	19	79,3	—	—	—	—	—	—	3	12,4	—
		КНЗ-6/30	19	79,3	—	—	—	—	—	—	4	16,7	—
		КНО-6/30	19	79,3	—	—	—	—	—	—	3	12,4	—
Количество кон- структивных нор- малей 2-го поряд- ка			167	87	2	1,04	1	0,57	2	1,04	15	7,8	—
			—	—	—	—	—	—	—	—	10	100	—

Таблица 1

упорных насосов КНЗ и КНО

КНО-6/27			КНЗ-6/30			КНО-6/30			Всего деталей (наименов.)	КНЗ-8/32			КНО-8/32			КНЗ-8/35			КНО-8/35			Всего деталей (наименов.)
900—450			1 000—500			1 000—500				1 350—730			1 350—730			1 500—800			1 600—800			
8—21			22—26			22—26				25—29			25—29			30—36			30—36			
Кол. дет.	%		Кол. дет.	%		Кол. дет.	%			Марка насоса	Кол. дет.	%		Кол. дет.	%		Кол. дет.	%		Кол. дет.	%	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	24	КНЗ-8/32	24	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	24
—	—	—	—	—	—	—	—	—	24	КНО-8/32	22	91,7	2	8,3	—	—	—	—	—	—	—	24
—	—	—	—	—	—	—	—	—	24	КНЗ-8/35	23	96	—	—	1	4	—	—	—	—	—	24
—	—	—	—	—	—	—	—	—	24	КНО-8/35	22	91,7	—	—	—	—	2	8,3	—	—	—	24
—	—	—	—	—	—	—	—	—	96		91	95	2	2,08	1	1,04	2	2,08	—	—	—	96
2	8,3	—	—	—	—	—	—	—	24													
—	—	—	1	4	—	—	—	—	24													
—	—	—	—	—	2	8,3	—	—	24													
2	1,04	—	1	0,57	2	1,04	—	—	192													
—	—	—	—	—	—	—	—	—	10													



Фиг. 11

№ п/п	Условное обозначение	A	B	B	Г	Д	Е	И	К груб	Л	М	Н	О	С
1	ВН-200×100	210	340	242	285	235	205	3	1 1/2"	20	740	205	300	500
2	ВН-200×210	210	340	297	340	235	205	3	1 1/2"	20	540	205	300	500
3	ВН-330×200	345	380	374	436	335	320	3	3/4"	30	850	320	500	650
4	ВН-330×370	345	380	459	521	335	320	3	3/4"	30	850	320	500	650
5	ВН-450×400	420	530	543	632	404	415	5	1"	35	1158	415	700	750
6	ВН-450×520	420	530	603	692	404	415	5	1"	35	1158	415	700	750

Таблица 2

Применяемость одинаковых, подобных и индивидуальных деталей вакуумнасосов завода им. Фрунзе

Типо-размеры вакуумнасосов	Всего деталей	Применяемость по базовым машинам		
		ВН-450 × 520		
		Одинак.	Подобн.	Индивид.
ВН-450 × 520	67	67	—	—
ВН-450 × 400	67	63	4	—
ВН-330 × 370	67	—	67	—
ВН-330 × 200	67	—	67	—
ВН-200 × 210	56	—	56	—
ВН-200 × 100	56	—	53	3
Всего	380	130	247	3

гических требований к отдельным элементам конструкции деталей. К таким элементам относятся: соотношение толщин свариваемых металлов, радиус загиба для штампованных деталей, радиус, глубина и ширина проточки для выхода шлифовального круга при внутренней шлифовке (фиг. 12), вырезы, высота и радиусы отбор-

Таблица 3

Модель	Характеристика станка	Узлы	Детали
1352	Универсальный револьверный станок для прутковых работ	100%	100%
1352-А	То же для легких патронных работ . . .	75,0%	99,0%
1352-Б	То же для прутковых работ; поперечный суппорт не имеет продольного и поперечного самоходов	83,5%	95,0%
1352-В	То же для тяжелых патронных работ . .	67,0%	80,0%
1352-Г	То же для прутковых работ	75,0%	75,0%
1352-Д	То же для патронных и специальных работ; револьверная головка имеет поперечное перемещение	50,0%	75,0%

товок, глубина и ширина смазочных канавок (фиг. 13), размеры подсечек, циконок при соединении деталей с фланцами (фиг. 14) и т. д.

Проточки для выхода шлифовального круга
при внутренней шлифовке

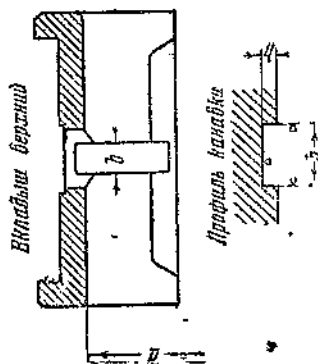
Фиг. 12.

Диаметр внутр. шлифовки d	D	f	r
До 20 мм	$d+0,5$	3	1
Сверх 20 до 50 мм	$d+1,0$	3	1
" 50 мм	$d+1,0$	4	1

По данным завода

Дата	Разработал	Нач. БНС	Техн. директ.
------	------------	----------	---------------

Канавки смазочные поперечные

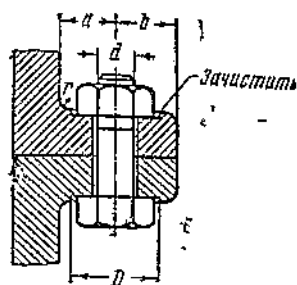


Фиг. 13.

d		b	h	d		b	h
от	до			от	до		
45	70	8	2	240	300	16	5
80	100	10	3	320	400	18	6
110	140	12	3	420	500	20	8
160	220	14	4	—	—	—	—

Составил	Нач. БНС	Гл. инженер	Обязателен
----------	----------	-------------	------------

**Размеры циковок при соединении деталей
с фланцами**



Фиг. 14.

d	a нaum.	b нaum.	r нaum.	D	d_1	
					средн. сборки	груб. сборки
6	11	12	3	20	7	—
8	12	14	3	20	9	—
10	15	16	4	25	11	12
12	18	20	4	30	13	14
16	22	24	5	40	17	18
(18)	25	26	5	45	20	21
20	25	23	5	45	22	23
22	30	32	6	50	24	25
24	30	32	6	50	26	27
(27)	32	35	6	55	29	30
30	35	38	6	60	32	34
36	42	45	8	75	39	41
42	48	50	8	85	46	48
48	55	58	10	100	52	54

1. Размеры в скобках по возможности не применять.

2. Сверление отверстий под болты относится к тем соединениям, которые требуют больший зазор, чем по сист. допусков.

Составил

Нач. БНС

Гл. инженер

Обязателен

Номенклатура конструкторско-технологических нормалей очень значительна. Разработка подобных нормалей позволит конструктору ускорить ход проектирования и даст возможность цехам широко применять нормальные штампы, кондукторы и другие виды приспособлений при освоении новой конструкции машины.

В заключение данного раздела отметим, что чертежи, выпускаемые конструкторским отделом, должны обязательно контролироваться и подписываться бюро нормализации и стандартизации. Обнаруженные при контроле БНС чертежи деталей, на которые установлены стандарты или нормы, а также деталей, имеющих в карточках применяемости, следует оплачивать по уменьшенным расценкам.

Применение принципа технологичности конструкции, основанного на решении размерных целей кратчайшим путем и на максимальном внедрении конструктивной нормализации, является вторым основным условием организации скоростной конструкторской подготовки производства.

4. Повышение качества и производительности труда конструкторов

Наряду с рассмотренными выше мероприятиями, направленными на сокращение цикла конструкторской подготовки за счет изменения его календарного расписания и пересмотра самых методов проектирования, немаловажное значение для скоростного проектирования и освоения новых объектов производства имеет рациональная организация труда конструкторов, повышающая как производительность, так и качество их работы.

Вопросы рациональной организации труда конструкторов исключительно актуальны, поскольку до сих пор широко распространены такие формы разделения труда и способы работы, которые отнюдь не способствуют ускорению конструкторской подготовки.

На многих заводах еще и сейчас конструкторы являются универсалами. По окончании разработки одной машины конструктора перебрасывают на проектирование другой конструкции, мало похожей или не имеющей ничего общего с предыдущей.

Такая организация работы конструкторских органов совершенно неправильна. Она не способствует глубокому изучению конструктором проектируемой машины и приводит нередко к поверхностному ее выполнению.

Весьма часто конструкторы не специализируются на разработке одних и тех же узлов или комплектов. В лучшем случае специализация конструкторских кадров ограничивается определенными видами изделий и отдельными отраслями машиностроения. Примером специализации конструкторов по видам оборудования может

служить организация конструкторского отдела одного из заводов тяжелого машиностроения.

В состав проектно-конструкторского отдела этого завода входят: бюро прокатостроения, краностроения, горнозаводского машиностроения, общего машиностроения, редукторостроения, металлических конструкций, смазки, электрооборудования, нормализации и стандартизации, планирования работ конструкторского отдела, копировальное, группа обслуживания потребителя, архивная группа.

Приведенная структура проектно-конструкторского отдела достаточно характерна для многих заводов индивидуального и серийного производства. Она отражает направление работ проектно-конструкторского отдела и специализацию конструкторов по отдельным видам продукции.

Специализация конструкторов внутри бюро по отдельным механизмам на большинстве заводов еще нешла своего применения. Между тем надо со всей резкостью подчеркнуть, что универсализм в конструкторском деле тормозит ускорение подготовки производства.

Для сокращения цикла конструкторской подготовки совершенно необходимо учесть опыт лучших отечественных и иностранных предприятий и широко внедрить специализацию конструкторов не только по видам машин, но и по отдельным узлам и механизмам. Опыт наших передовых станкостроительных заводов (завод им. Ленина, им. Орджоникидзе, «Красный пролетарий» и др.), как в равной мере и опыт лучших иностранных предприятий (Combustion Engineering Corporation в США, заводов Вестингауса, некоторых станкостроительных, паровозостроительных и автомобильных заводов Англии), подтверждает целесообразность четкой специализации конструкторов по отдельным узлам механизмов.

При такой специализации задания на конструирование одинаковых узлов разных машин, как правило, передаются одним и тем же конструкторам, благодаря чему они систематически накапливают и используют опыт в процессе текущей работы. По тем же соображениям в распоряжение конструкторов передаются всегда одни и те же деталировщики.

Преимущество такой специализации трудно переоценить.

Проектируя определенный тип узла или механизма, конструктор, как уже сказано, систематически углубляет соответственные познания и навыки, что дает ему возможность быстро и уверенно решать вопросы конструирования, улучшает качество его работы.

Специализация конструкторов по узлам и механизмам способствует широкой унификации последних и тем самым служит одной из организационных предпосылок для внедрения конструктивной нормализации.

Наряду со специализацией конструкторов необходимо обеспечить систематическое ознакомление их с конструкциями и приме-

нёнём аналогичных машин, узлов и механизмов. Более того, в интересах ускорения конструкторской подготовки необходимо, чтобы конструктор находился в постоянном контакте с потребителями его продукции, выявлял их запросы, знал основные направления технической политики обслуживаемых отраслей, пути интенсификации, автоматизации, модернизации и другие виды совершенствования технологии, изучал бы рекламации, предъявляемые потребителями к выпускаемой продукции, и пр. Именно такую непосредственную связь осуществляют передовые конструкторы авиационной и оборонной промышленности, выезжая на фронт для практического изучения боевого оружия в действии.

Подобная связь с потребителями несомненно способствует созданию более совершенных типов машин и ускорению темпов конструирования.

Организация группы подготовки проектирования

Рациональная организация труда конструкторов в связи с задачей скоростного проектирования требует не только соответственной специализации конструкторских кадров, но и вызывает необходимость дальнейшей дифференциации их работы путем выделения и организационного оформления специальной группы подготовки проектирования новых машин.

Группа подготовки проектирования должна состоять из высококвалифицированных работников, владеющих в совершенстве мастерством проектирования и конструирования, систематически изучающих специальную иностранную литературу и опыт зарубежных предприятий. Группа подбирает и обрабатывает материалы, необходимые конструктору на первых этапах его работы. Сюда должны входить литературные данные, патенты зарубежных фирм, лабораторные исследования, отчеты о зарубежных командировках, данные об условиях работы аналогичных машин, материалы обзорного характера, информация, получаемая от других заводов, и т. п. Группа должна осуществлять систематизацию всех перечисленных материалов, чертежей конструкций машин, каталогов.

Опыт организации подобных групп полностью себя оправдал. Такая группа, организованная в одном научно-исследовательском институте, оказывает большую помощь конструкторам. Так например, при проектировании одной машины конструкторы смогли благодаря предварительной подготовке и систематизации материалов ознакомиться в течение 2 дней со всеми машинами подобного типа, имеющимися как в СССР, так и за границей.

На заводе им. Орджоникидзе существует аналогичная группа, называемая группой перспективного проектирования. Как и в первом случае, группа состоит из высококвалифицированных специалистов проектировщиков-конструкторов.

Группа осуществляет подготовку материалов к проектированию, а в отдельных случаях разрабатывает по заданию главного конструктора эскизные проекты на новые машины. Так, в частности, группой был разработан эскизный проект стана холодной прокатки со скоростью проката, превышающей ранее достигнутую в метырепять раз (прежняя скорость 35—45 м/мин., а по проекту—150—180 м/мин.).

Организация группы подготовки проектирования обеспечивает максимально широкий, квалифицированный и тщательный учет всего уже имеющегося научно-технического опыта, что облегчает конструктору формулировку поставленных перед ним проектировочных задач и освобождает его от кропотливой и длительной работы по выявлению и подбору исходных материалов и справочно-информационных сведений, занимающей иногда 3—4 мес.

Наличие постоянно работающей и правильно организованной группы подготовки проектирования является надежной предпосылкой для дальнейшего сокращения цикла конструкторской подготовки производства и одновременно с тем для существенного улучшения качества последней.

В работе группы очень большое значение имеют вопросы рационального построения технической документации и технического архива, представляющего собой по сути дела сокровищницу конструкторского опыта, накопленного предприятием на протяжении всей своей производственно-технической деятельности.

Систематизация и использование архива чертежей

В чертежных архивах заводов часто сосредоточены результаты конструкторского творчества за долгий ряд лет, воплощенные в десятках тысяч чертежей. Так например, на машиностроительном заводе имени Сталина чертежный архив насчитывает более 110 тыс. чертежей.

Для того чтобы можно было планомерно и систематически использовать накопленный опыт в текущей работе конструкторов, необходима самая тщательная организация архива. Между тем на многих заводах чертежные архивы не разрабатываются и не систематизируются.

Для систематизации чертежных архивов необходимо все чертежи деталей и узлов машин классифицировать по типам, видам и назначению. По каждому виду и типу деталей, узлов или механизмов следует составить карточки применяемости с указанием номеров чертежей, назначения деталей, а также номенклатуры машин, в которых применялись и применяются эти детали.

Систематизированные таким путем материалы чертежного архива позволяют конструктору при проектировании новой машины отбирать нужные ему детали и узлы. Использование архива ускоряет процесс проектирования. На том же машиностроительном

заводе имени Сталина, где систематизация поставлена еще недостаточно удовлетворительно, за 1940 г. из 16146 чертежей, выданных проектно-конструкторским отделом, изготовлено новых 9788 чертежей (приведенных к формату А1 по ^{ОСТ}_{ВКС} 7532) и применено из архива (в том же формате) 6358 чертежей. Таким образом количество использованных чертежей из архива составило около 40% от всех выданных проектно-конструкторским отделом чертежей и свыше 65% от вновь спроектированных.

Использование архивных чертежей явилось в частности одним из факторов сокращения цикла проектирования рассмотренного нами выше крана-перепружателя.

При проектировании крана были использованы чертежи таких узлов, как редуктор ступенчатого устройства, столпоры, грузы, центробежный тормоз, чертежи деталей колодочных тормозов, муфт и других мелких стандартных деталей.

Использование чертежей из архива при проектировании крана привело к уменьшению объема проектирования, сокращению времени на проверку изготовленных чертежей, уменьшению работы по копированию чертежей на кальку и проверке калек после копировки. Кроме того применение чертежей из архива уменьшило количество ошибок из-за неправильности чертежей.

Общее сокращение длительности цикла проектирования крана-перепружателя, достигнутое за счет применения архивных чертежей, составило около 15%.

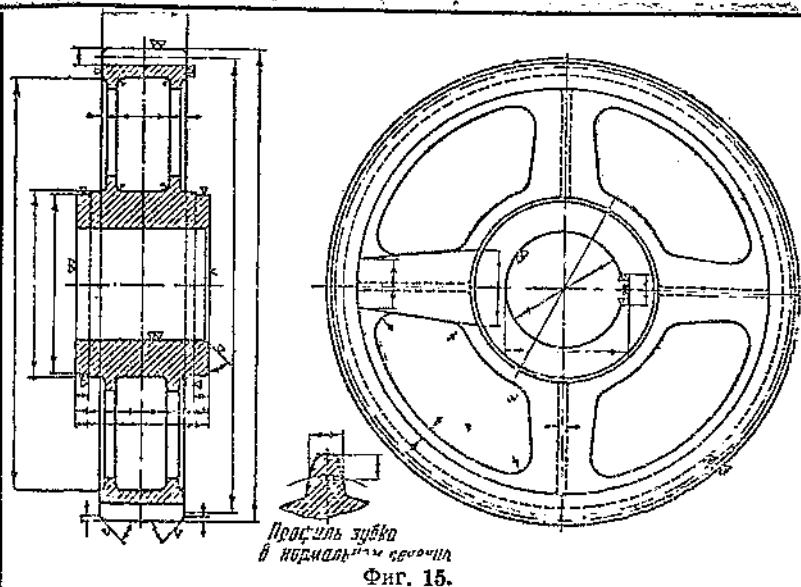
Применение чертежей-трафаретов и ускорение размножения чертежей

Чрезвычайно эффективным мероприятием, ускоряющим процесс изготовления рабочего проекта, является применение так называемых «слепых чертежей» или чертежей-трафаретов. «Слепые чертежи» применяются для деталей, которые по своей конфигурации аналогичны ранее изготовлявшимся на заводе, и отличаются от них лишь размерами. Чтобы в каждом отдельном случае не вычерчивать эти детали и тем самым не затрачивать лишнего времени, следует заранее готовить синьки для такого рода деталей и по мере необходимости проставлять на них тушью пужные размеры.

Для иллюстрации на фиг. 15 приведен «чертеж-слепыш» зубчатого колеса. «Слепышами» может быть охвачено большое количество деталей: валики, втулки, шестерни, кольца и т. п.

В целях ускорения выпуска чертежей следует рекомендовать внедрение новых способов их размножения.

Сущность этих способов заключается в том, что конструктор выполняет чертеж карандашом не на ватмане, а на специальном чертежном пергаменте. Все необходимые при этом операции по



Профиль зуба
в нормальном сечении

Фиг. 15.

№ п/п	Характеристика шестерни			
1	Число зубьев $Z =$			
2	Модуль в норм. сеч. $M =$			
3	Биение по наружному диаметру			
4	Нарезать червячным фрезом с модулем $M =$			
5	Угол зацепления $\alpha =$			
6	Теоретическая глубина фреза $h =$			
7	Зацепление -го класса точн.			
8	Допуск на шаг $\pm$			
9	Допуск на торц. биение			

Мат.		Вес 1 шт.	— кг	Мод.	—
------	--	-----------	------	------	---

			Зубчатое колесо шт.	
М				Дата вып.
Нач. бюро				
Ст. конс.				
Конс.				
Техн.				

оформлению чертежа (технологический и нормализационный контроль, надписи, указание размеров, допусков, посадок и т. п.) производится до передачи чертежа для снятия диазкопий¹.

С диазкопий печатаются в необходимом количестве светокопии (синьки)². Следует также применять фотографирование чертежей.

Ускоренные способы размножения чертежей нашли широкое распространение в американской промышленности. Они позволяют исключить весьма трудоемкий этап в подготовке чертежей — копировку — и тем самым резко сокращают сроки изготовления чертежей. Вместе с тем применение диазкопий и фотографирование чертежей повышают качество выпускаемых чертежей, так как при этом исключаются ошибки, часто допускаемые копировщиками и остающиеся незамеченными при сверке кальки с оригиналом. На одном из наших крупных машиностроительных заводов количество исправлений в чертежах из-за ошибок, допущенных по вине конструкторского бюро, составило за год около 25% (1445 случаев на 5986 чертежей), вследствие чего брак деталей по вине проектно-конструкторского отдела достиг суммы в 25 200 рублей.

Указанные способы ускорения выпуска чертежей и улучшения их качества уже применяется рядом заводов оборонной и авиационной промышленности и, как показывает опыт, полностью себя оправдывают.

Повышение производительности и качества конструкторской работы путем специализации конструкторов на проектировании узлов и механизмов, тщательной подготовки и систематизации всех материалов и сведений, требующихся при проектировании новых изделий, а также путем рационализации техники размножения чертежей является третьим важнейшим условием и предпосылкой организации скоростной конструкторской подготовки производства.

Глава III

ОРГАНИЗАЦИЯ СКОРОСТНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ

Известно, что из всех видов технической подготовки производства наиболее длительной является технологическая подготовка.

Если принять весь цикл работы по подготовке и освоению новых конструкций за 100%, то применительно к крупносерийному

¹ Диазотипная калька — особый вид светочувствительной бумаги.

² См. подробно: В. С. Пушкин, Ускоренные методы изготовления чертежей, Оборониздат, 1940 г.

типу производства конструкторская подготовка и изготовление опытного образца составляют примерно 25—30%, технологическая подготовка—35—40%, накладка и освоение опытной серии—около 25—30%.

Наряду с этим технологическая подготовка является и самой дорогостоящей. Об этом можно судить по приведенным ниже данным, характеризующим стоимость технологической подготовки по 10 деталям врубовой машины ГТК-3 на одном крупном заводе (см. табл. 4). Детали эти могут быть отнесены к «среднеоперационным», поскольку количество операций по обработке каждой из них колеблется между 3 и 11. Количество операций и число наименований режущего, мерительного и специального инструмента и приспособлений установлены на основании карт технологических процессов. Стоимость затрат по каждому элементу технологической подготовки определена по заводским нормам.

Как видно из табл. 4, средняя стоимость подготовки производства одной детали-операции составляет 198 р. 58 к., в том числе стоимость разработки и копирования технологического процесса—20 р. 78 к., стоимость нормирования одной операции—5 р. 56 к.; стоимость проектирования оснастки на одну операцию достигает 172 р. 24 к.

Для сокращения длительности технологической подготовки необходимо, как уже отмечалось ранее, широко практиковать совместно работу технологов и конструкторов, начиная с разработки эскизно-технического проекта.

Совместная работа технолога и конструктора на этом этапе обеспечивает:

- 1) правильное решение технологических вопросов при создании новой конструкции с применением деталей наиболее простой конфигурации и с наименьшим количеством поверхностей обработки;

- 2) соответствие конструкции всем требованиям, предъявляемым к ней производством;

- 3) выявление деталей, которые необходимо передать для изготовления другим предприятиям вследствие невозможности или неэкономичности изготовления их в цехах завода;

- 4) правильный выбор материалов для деталей; установление технологических межцеховых маршрутов; установление форм и размеров заготовок, припусков на обработку и допусков на неточность изготовления деталей;

- 5) разработку необходимых специальных инструментов и приспособлений для изготовления опытного образца;

- 6) параллельно с экспериментальной проверкой опытного образца разработку пооперационной технологии, проектирование специального инструмента и приспособлений для первой опытной серии машин.

Таблица 4

Затраты на подготовку производства по отдельным деталям
врубной машины ГТК-8

№ п/п	№ чертежа	Наименование детали	Количество операций	Остатки		Сумма затрат в руб.						Средняя стоимость операции в руб.
				Количество припе- чатанных и режущих инструментов	Количество ме- рительных инструментов	Разработка техн. процесса	Нормирование процесса	Копирование процесса	Проектирование, детализация, ко- стки	Общая сумма затрат на подго- товку	Итого с наклад- ными расходами	
1	203	Букса	3	7	16	65	4.55	4.96	377.90	452.41	542.50	181.—
2	207	Цепная звездочка	10	22	39	116	23.75	17.88	1 196.95	1 261.58	1 512.—	151.—
3	210	Обойма	7	11	16	61.25	15.66	59.12	591.70	677.73	812.50	116.—
4	211	Шестерня муфты	10	7	14	71.—	17.80	12.14	383.90	484.84	582.—	58.20
5	219	Ось	5	17	76	105.—	40.90	18.68	1 013.—	1 183.58	1 423.—	282.60
6	1 390	"	5	8	12	60.—	12.64	6.—	168.30	246.94	296.80	59.20
7	1 639	Запорный валик	16	59	16	65.—	13.42	9.28	480.80	573.50	694.—	115.70
8	59 000	Корпус	12	59	68	255.—	92.27	25.20	3 035.30	3 377.77	4 040.—	347.—
9	59 001	Крышка верхняя	11	42	38	157.—	55.69	18.90	2 215.—	2 446.60	2 940.—	268.—
10	58 227	Седло бара верхнее	10	35	58	250.—	78.50	23.20	1 876.40	2 238.10	2 678.—	267.80

Средняя стоимость подготовки производства одной операции

198 р. 53 к.

1. Предварительное согласование технологических вопросов

Выверка конструкции с точки зрения производственной увязки всех элементов ее между собой, тщательный технологический анализ машины, узлов и деталей до пуска их в производство — важнейшие условия ускорения технической подготовки и предупреждения «пусковых болезней» в период наладки и освоения нового изделия.

Нарушение этих условий влечет за собой, как правило, длительные неполадки в процессе освоения, затягивающие последний на долгие месяцы, а иногда и годы.

Недостаточная выверка конструкции кроме удлинения сроков освоения приводит к большому браку деталей, к росту незавершенного производства, нарушению ритмичности производственного процесса, повышению себестоимости единицы продукции, а нередко и к снятию машины с производства для конструктивной и технологической доработки. Так было, например, с угольным комбайном С-24, изготовлявшимся машиностроительным заводом им. Кирова. Конструкция комбайна не была достаточно экспериментально проверена перед пуском в производство, технологический процесс изготовления оказался проработанным наспех и недостаточно выверенным. В результате — длительные «болезни освоения», приведшие к снятию комбайна с производства для доработки конструкции и технологии.

Скоростная техническая подготовка производства предполагает такую организацию предварительного согласования технологических вопросов, которая не допускает решения конструктивных вопросов без учета требований производства.

Для обеспечения подобной увязки необходимо каждую вновь создаваемую машину подвергать еще в стадии эскизно-технического проекта тщательному обсуждению на техническом совете при главном инженеру завода.

В состав технического совета должны входить в качестве постоянных членов: 1) главный конструктор, 2) начальник технологического отдела или главный технолог, 3) начальник бюро нормализации и стандартизации, 4) представитель отдела технического контроля и 5) представитель планово-производственного отдела.

Кроме того в зависимости от рассматриваемого объекта следует привлекать также главного металлурга, начальников соответствующих цехов, конструкторов, технологов и стахановцев.

В процессе изучения и обсуждения проекта новой машины выясняются возможности использования принципов, схем действия и узлов уже изготовлявшихся машин, устанавливается правильность выбранного способа, решения заданных техническими усло-

виями, требований — определяется сложность конструкции и отдельных узлов ее с точки зрения условий производства, проверяются намеченные решения основных размерных цепей и, в частности, степень использования подвижных компенсаторов, намечаются детали к изготовлению на других заводах в порядке кооперирования и т. д.

Совещание должно тщательно обсудить под этим углом зрения новую конструкцию и принять соответствующие решения. Несомненно, что анализ новых конструкций на подобного рода совещаниях как с точки зрения конструктивно-эксплуатационной, так и производственно-технологической будет способствовать внедрению принципа технологичности конструкции.

Предварительное изучение проекта и анализ конструкции на техническом совещании должны явиться первым этапом в общей системе предварительного согласования технологических вопросов.

Вторым этапом предварительного согласования технологических вопросов является технологический контроль рабочих чертежей.

Технологический контроль чертежей необходим в первую очередь для того, чтобы заранее предупредить и устранить ряд дефектов конструкторской разработки с точки зрения технологии изготовления деталей.

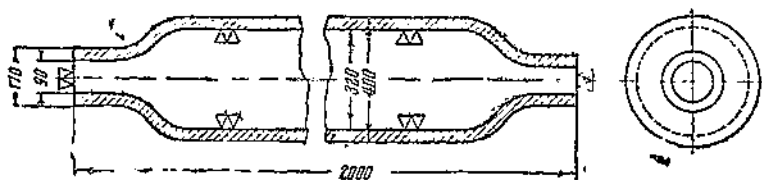
К числу таких дефектов относятся, например, следующие:

- 1) недостаточная жесткость деталей, вследствие чего возможны как деформация во время закрепления их на станке, так и вибрация в процессе обработки;
- 2) нарушение принципов литейной технологии, увеличивающее брак в литейном цехе по вине конструкции;
- 3) недостаточное использование принятых на заводе нормалей (припуски, допуски, посадки и т. д.), что влечет необходимость увеличения числа специальных инструментов и приспособлений;
- 4) несоответствие установленной чистоты обработки поверхности технологическим требованиям, предъявляемым к данной поверхности в процессе сборки машины или обработки детали;
- 5) неэкономичность процесса, требующего сложных приспособлений, а иногда и невозможность изготовления детали в условиях завода.

Приведем отдельные примеры, характеризующие технологическую дефектность конструкции и неэкономичность процесса ее изготовления ввиду необходимости применения сложных приспособлений и больших затрат времени на его выполнение.

На машиностроительный завод им. Орджоникидзе поступили вместе с заказом чертежи на изготовление баллона, конструкция корпуса которого изображена на фиг. 16.

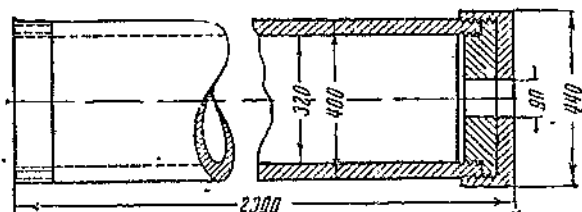
При разработке технологических процессов выяснилось, что выполнение подобного корпуса со сферическими внутренними и наружными поверхностями требует применения специальных инструментов и приспособлений, изготовление которых вызывает затрату большого количества времени. Во избежание этого было решено соответствующим образом переделать конструкцию. После пере-



Фиг. 16

делки конструкция приняла более удобную для изготовления форму. Об этом дает ясное представление фиг. 17, из которой видно, что обработка сферических поверхностей была заменена обработкой поверхностей вращения.

Изменение формы баллона дало возможность сократить длительность производственного цикла изготовления в два с половиной раза.



Фиг. 17

На том же заводе конструкторское бюро запроектировало цельнолитой корпус редуктора с передаваемой мощностью в 13 000 л. с., весом 50 т и длиной 17 м. В результате совместной работы технологов и конструкторов была установлена и расчетом подтверждена возможность применения сварного корпуса редуктора из литых частей вместо цельнотянутого. Это позволило уменьшить вес детали до 33 т и значительно сократить цикл изготовления при одновременном улучшении качества корпуса.

На машиностроительном заводе им. Фрунзе для абсорбции азотной кислоты изготавливались цилиндрические колонны из нержавеющей стали высотой около 15 м, со стенками толщиной 20 мм, с 136 приваренными бобышками. Необходимо было про-

пустить через стенку такой колонны и через каждую бобышку (с развальцовкой в ней) по четыре трубки (фиг. 18). Ввиду малого диаметра трубок (около 10 мм) и жесткости материала при развальцовке было очень затруднительно получить нужную плотность. Это побудило технологов внести некоторые конструктивные изменения, не влияющие на эксплуатационные качества колонны.

В бобышку, как это показано на фиг. 19, был ввальцован отрезок трубы большего диаметра, а трубки малого диаметра вваривались в этот отрезок. Благодаря развальцовке одной трубы



Фиг. 18



Фиг. 19

большого диаметра вместо четырех труб малого удалось сравнительно легко получить необходимую плотность.

Подобные примеры можно было бы умножить. Они показывают необходимость применения метода предварительного согласования технологических вопросов, более тесного контакта и увязки работы конструктора и технолога и подтверждают, в частности, целесообразность технологического контроля чертежей.

Не лишним будет отметить, что на многих американских предприятиях издавна существует порядок, при котором ни один чертеж не поступает в производство для исполнения прежде, чем он будет согласован с работниками цехов, в первую очередь модельного и кузнечного.

Задачей технологического контроля чертежей является устранение всех дефектов проектирования, которые в процессе изготовления отдельных деталей и сборки машины могут вызвать большие потери времени. Технологический контроль чертежей по существу своему — профилактический контроль.

С этой точки зрения применяемый на многих заводах технологический контроль чертежей имеет ряд недостатков. Главным из них является тот, что подобный контроль осуществляется после размножения чертежей в синьках и потому внесение изменений в конструкцию отдельных деталей и узлов неизбежно связано с переделками документации и с удлинением общего цикла подготовки опытного образца.

При скоростной подготовке производства рабочие чертежи должны проверяться в процессе проектирования деталей на ватмане. При таком способе контроля обеспечивается технологичность

деталей и осуществляется увязка конструкции с требованиями технологии производства.

Технологический контроль чертежей должен производиться ведущим технологом, который в необходимых случаях привлекает для помощи цеховых технологов, особенно технологов заготовительных цехов (кузнечного, литейного). Ни один чертеж не должен быть передан для копирования на кальку, пока он не будет подписан наряду с конструктором также и технологом. При возникновении разногласий между ведущим конструктором и технологом в качестве арбитров выступают главный конструктор и главный технолог, а в случае расхождения мнений между последними разногласия разрешаются главным инженером завода.

Само собой разумеется, что примирение точек зрения конструктора и технолога не должно отражаться отрицательно на качестве конструкции машины. Если запроектированная машина для своего изготовления требует повышения общей культуры производства, выражающегося в применении новых, еще не освоенных данным заводом технологических процессов, увеличенной точности обработки, более совершенных условий термообработки, технологу надлежит идти в этом отношении навстречу конструктору.

Технологическим контролем чертежей не исчерпывается предварительное согласование технологических вопросов при разработке новых или усовершенствованных конструкций. Параллельно с критическим анализом чертежей должно проводиться проектирование технологических процессов и материальной оснастки для изготовления узлов и деталей опытной машины.

Технологический контроль чертежей при обычных методах проектирования, как указывалось выше, осуществляется в силках.

При этом чертежи выпускаются комплектно, после выполнения общего вида машины. Такой порядок, само собою разумеется, удлиняет цикл подготовки, так как он создает необходимость разрабатывать технологические процессы, приспособления, штампы, инструменты и пр. одновременно почти для всех деталей, независимо от их сложности.

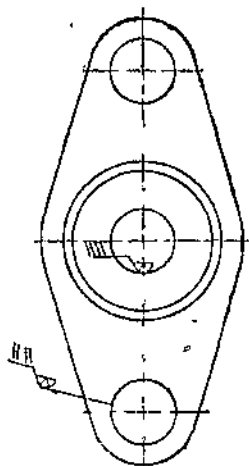
Скоростные методы, напротив, требуют наряду с технологическим и нормализационным контролем чертежей параллельного выпуска чертежей для разработки технологических процессов.

Технолог обязан определить наиболее трудоемкие детали, требующие сложных приспособлений и специальных инструментов. Чертежи этих деталей должны быть выполнены конструкторским бюро в первую очередь, чтобы разработку технологического процесса и необходимой оснастки по ним можно было начать раньше, чем по остальным.

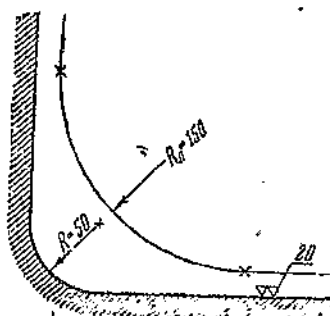
В процессе анализа и контроля чертежей технолог определяет основные направления технологии изготовления отливок и поковок

и отмечает на ватмане условными обозначениями виды и размеры заготовок. Это мероприятие поможет уточнить припуски на обработку, установить черновой вес и одновременно даст экономию материалов, сокращение цикла обработки и изготовления машины в целом. Кроме того оно позволит обойтись без специальных чертежей заготовок (на литье, поковки).

Практика завода имени Сталина подтверждает целесообразность применения условных обозначений основных размеров по-



Фиг. 20



Фиг. 21

ковок и отливок. Так например, величина припуска на обработку проставляется цифрами над выноской от знака обработки, неотливаемые отверстия и полости обозначаются буквами «НП» над выноской от знака обработки (фиг. 20). В случае особо сложной конфигурации поверхности припуска или при ее ненаравленности обработанной поверхности детали допускается применение тонкой линии с крестиками на концах и перегибах, как показано на фиг. 21.

Применяемой системой предусматривается указание остатков прибылей после отрезки их в литейных цехах или же остатков прибылей полностью, если последние отрезаются в механическом цехе.

Таким образом при скоростной организации технологической подготовки разработка технологии и материальной оснастки должна осуществляться параллельно с проектированием деталей. Для того чтобы это требование скоростной подготовки было выполнено, необходимо помимо ведущего технолога выделять для разработки технологии на каждый узел (или группу узлов, в зависимости

от сложности) соответственно технолога по специальности. Опыт ряда заводов (Коломенского, станкозавода имени Ленина, завода имени Сталина, завода имени Орджоникидзе) показывает, что выделение технологов помогает вести проектирование технологии и оснастки ускоренными темпами, благодаря чему к моменту получения синек (светокопий) чертежи на специальные приспособления, как правило, бывают уже готовы.

Предварительное согласование технологических вопросов на всех этапах создания новой машины с применением параллельного проектирования конструкции, технологических процессов и важнейших элементов инструментальной оснастки следует считать первым основным принципом скоростной технологической подготовки производства.

2. Проверка технологического процесса при изготовлении и доводке опытного образца и пробной серии

Изготовление опытного образца новой машины должно преследовать цель не только выверки конструкции с точки зрения ее кинематической схемы и принципов действия, но и выяснения степени целесообразности и экономичности намеченных технологических процессов для окончательного проектирования и изготовления соответствующих специальных инструментов и приспособлений.

Между тем на заводах, как правило, изготовление опытного образца и пробной партии вновь осваиваемой машины используется почти исключительно для проверки конструктивных расчетов, кинематики механизмов и эксплуатационных качеств изделия.

Что же касается выверки запроектированного технологического процесса, уточнения технологичности отдельных деталей и узлов, проверки материальной оснастки, то весь этот комплекс задач разрешается обычно уже в процессе освоения нормального серийного выпуска. Такая практика идет вразрез с требованиями скоростного освоения и влечет большое количество исправлений в чертежах и технологических разработках после их передачи в цехи для серийного выпуска деталей и машин. Так например, при освоении токарно-револьверного станка заводом «Красный пролетарий» число подсобных изменений доходило до 800—1000; при освоении ткацкого станка на Климовском заводе число изменений, внесенных в чертежи и технологические карты вследствие их недостаточной экспериментальной проверки, достигало 1000—1100.

Чтобы избежать отрицательных явлений, экспериментальную проверку машины нужно проводить в два приема: при создании опытного (пробного) образца и при наладке пробной серии.

Опытный экземпляр служит преимущественно для проверки конструктивных качеств машины, но одновременно с этим на опытном экземпляре проверяется также специальный инструмент и приспособления, без которых невозможно изготовить даже единственный экземпляр новой конструкции. Обычно количество приспособлений и специального инструмента при изготовлении опытного образца достигает 20—25% от их общего количества при серийном производстве тех же машин. На опытном образце уточняется технологичность отдельных узлов и деталей, проверяются модели, отливки, протиски, заготовки и вес деталей. В процессе изготовления опытного образца должны определяться необходимая материальная оснастка и пооперационная технология для серийного производства.

Экспериментальную проверку опытного образца следует осуществлять в экспериментальном цехе при участии сборщиков основных цехов завода. Привлечение слесарей-сборщиков из основных цехов обеспечит значительное ускорение сборки и улучшение ее качества при серийном выпуске машин.

В экспериментальной проверке опытного образца должен принимать участие наряду с конструктором также и технолог.

Ведущий технолог, принимающий участие в изготовлении опытного образца, проверяет технологичность деталей машины, испытывает применяемые на опытном образце инструменты и приспособления, определяет необходимую материальную оснастку и намечает пооперационную технологию.

В процессе изготовления опытного образца должен вестись «Журнал изготовления опытной машины», где фиксируются все вносимые изменения или допущенные отклонения от запроектированной конструкции деталей и от намеченных способов их изготовления.

Ведение «Журнала изготовления опытной машины» позволяет точно установить, какие недостатки, обнаруживаемые при сборке машины, являются следствием конструктивных недоделок и какие возникают в результате недостатков обработки деталей и их сборки. Как те, так и другие должны быть устранены до передачи опытного образца в серийное производство. Конструктивные недостатки устраняются путем внесения изменений в чертежи деталей, недостатки в изготовлении деталей — путем внесения изменений в технологические карты и в чертежи инструмента и приспособлений. Недостатки сборки должны быть устранены путем ее повторения.

Такой порядок изготовления опытного образца новой машины даст возможность ускорить изготовление специальных инструментов и приспособлений и приступить после исправления всех недостатков, отмеченных в журнале изготовления опытной машины, непосредственно в наладке пробной серии.

Примерной формой журнала может быть следующая.

Журнал изготовления опытной машины

Завод № _____ Наименование машины _____

№ п/п.	№ чертежа и детали	Краткое описание недостатков	Перечень изменений	Эскиз		Исполнитель	Примечание
				до изменения	после изменения		
1	15405 Штырь двухбуртовый	Буртики на штыре увеличивают расход металла и время на обработку	Сделать штырь гладким, без буртиков, вместо буртиков насадить кольца и приварить			ПКО	

Ведущий конструктор

(подпись)

Ведущий технолог

(подпись)

В отличие от изготовления пробного образца, осуществляемого в экспериментальном цехе, наладку пробной серии следует производить в основных действующих цехах, так как детали пробной серии должны обрабатываться при тех же технологических условиях, какие будут иметь место при нормальном серийном производстве. Цель этого этапа заключается в проверке запроектированных технологических процессов и их материальной оснастки, выявлении наиболее рациональных и эффективных способов обработки и сборки, полной проверке технологичности отдельных деталей, узлов и машины в целом.

В процессе изготовления пробной серии необходимо систематически проводить «контрольные сборки», которые позволят продолжить технологический анализ конструкции, начатый еще в процессе создания эскизно-технического проекта (см. «Предварительное согласование технологических вопросов»), и наряду с этим сократить время, затрачиваемое на сборку, за счет ее рационализации.

Идея контрольныхборок основана на том положении, что, будучи завершающим этапом в создании машины, они вместе с тем могут быть использованы для комплексного изучения качества выпускаемой продукции и соответствия этого качества предъявляемым требованиям.

Следовательно в процессе сборки можно выявить как дефекты конструкции, так равно и недостатки технологии ее изготовления.

Контрольные сборки позволяют после соответствующего анализа устранить причины, порождающие указанные неполадки, и

тем самым обеспечат повышение качества выпускаемых машин, удешевление изготовления и сокращение сроков их выпуска. Опыт показывает, что в среднем только около 35—40% времени, затрачиваемого на сборку, идет непосредственно на соединение и монтаж сборочных деталей и узлов или на их проверку, а остальные 65—60% обусловлены технологическими и организационными потерями.

При проведении контрольных сборок эти потери сокращаются, и тем самым уменьшается длительность нормальной серийной сборки.

Для устранения всяких случайных отклонений, не требующих применения специальных технологических или организационных мероприятий, необходимо контрольную сборку машины проводить не менее трех-четырех раз.

Контрольная сборка должна проводиться слесарями-сборщиками основного цеха. Руководство контрольной сборкой возлагается на ведущего технолога. При проведении контрольных сборок необходимо регистрировать весь ход работы и тщательно фиксировать все виды непроизводительных затрат времени, а также организационные потери, отмечая вызвавшие их причины.

После надлежащей обработки этих данных они должны быть занесены в «Журнал контрольной сборки». На основе анализа дефектов, обнаруженных при сборке, для каждого цеха и отдела составляется дефектная ведомость, являющаяся планом работ по устранению недостатков в чертежах, технологических процессах, приспособлениях, инструменте и т. п.

При экспериментировании опытной серии необходимо весьма тщательно проверить каждую деталь, каждый процесс. Нужно при этом исходить из основного положения, что чем тщательнее выверена конструкция и технология, тем легче и быстрее идет процесс освоения нормального производства серийной продукции.

В результате анализа данных контрольных сборок и разработанных мероприятий по устранению выявленных дефектов должны быть внесены изменения и уточнения как в запроектированный процесс сборки, так и в технологические процессы изготовления деталей и в материальную оснастку.

В итоге многократно проведенных контрольных сборок должен быть получен типичный промышленный образец машины. Под типичным промышленным образцом, отвечающим условиям серийного или массового выпуска, следует понимать такую машину, которая может быть изготовлена в производственных цехах на существующем оборудовании и площадях в установленном плане количества, с обязательным соблюдением заданных технических норм, удельных расходов материалов, затраты рабочей силы, чер-

нового и чистого веса деталей, технологических и эксплуатационных качеств.

Тщательная выверка технологических процессов и последовательное их уточнение при изготовлении и доводке опытного образца и пробной серии составляет второе основное условие скоростной технологической подготовки производства и одну из ее важнейших предпосылок.

3. Типизация технологических процессов

Участие технолога в разрешении технологических вопросов еще в период конструирования машины, а равно последующая выверка наметившихся технологических решений при изготовлении опытного образца и пробной серии несомненно ускоряют цикл технологической подготовки производства.

Однако сокращение длительности технологической подготовки должно кроме того достигаться и за счет рациональной организации работ по проектированию технологических процессов.

Одним из наиболее эффективных методов, ускоряющих и улучшающих технологическую подготовку производства, является типизация технологических процессов.

Сущность и основы типизации технологических процессов

При проектировании типовых технологических процессов для группы сходных или подобных по своим конструктивным и технологическим признакам деталей необходимо руководствоваться следующими основными положениями.

Типовой технологический процесс должен дать наиболее рациональное решение технологической задачи в данных конкретных условиях, т. е. обеспечить высокое качество изготавливаемой детали в соответствии с техническими требованиями, сокращение длительности производственного цикла, полную загрузку и эффективное использование оборудования при равномерном выпуске изделий по установленному графику.

Типовые технологические процессы должны охватить максимальное количество деталей, изготавливаемых на данном производстве.

В зависимости от масштаба типизация технологических процессов бывает: 1) заводской, 2) межзаводской, 3) межотраслевой. Эти виды типизации различаются между собой не только по количественному, но и по качественному признакам.

Заводская типизация должна ориентироваться на наличный парк оборудования, и ее основная задача заключается в разработке наиболее рациональных типовых технологических процессов применительно к существующим производственным условиям.

Межзаводская и межотраслевая типизации не связаны так тесно, как заводская, с существующим парком оборудования, поскольку их задачей является создание таких технологических процессов, которые могут быть использованы не только действующими, но и реконструируемыми и вновь строящимися заводами.

При межзаводской типизации технологических процессов каждый завод может быть использован в качестве объекта для выявления наилучших образцов технологии и для внедрения передового опыта других заводов.

В зависимости от типа производства преобладает тот или иной вид типизации технологических процессов: в массовом и крупносерийном производствах преобладающей формой будет межзаводская типизация, в среднем и мелкосерийном — заводская типизация.

Что же касается индивидуального производства, то при современном уровне его организационного развития основной задачей заводской типизации технологических процессов следует считать проектирование оптимальных маршрутов на основные детали и разработку нормализованного процесса на нормализованные детали.

Таким образом можно прийти к следующему выводу: типовые технологические процессы, разрабатываемые с учетом возможности их использования на действующих заводах и на существующем оборудовании, относятся к оперативной технологии и являются функцией заводской типизации.

Разработка типовых технологических процессов с применением более совершенных методов обработки независимо от наличия оборудования, поскольку они ориентированы на реконструкцию действующих предприятий, а также на вновь строящиеся заводы, относится к перспективной технологии и является преимущественно функцией межзаводской типизации.

Проф. А. П. Соколовским было сформулировано следующее определение понятия типизации технологических процессов, принятое ленинградской конференцией по типизации технологических процессов, созванной ВНИТОМАШ в 1938 г.:

«Типизацией технологических процессов мы называем такое направление в деле изучения и построения технологии, которое заключается в классификации технологических процессов обработки деталей машин и затем в комплексном решении всех задач, возникающих при осуществлении процессов каждой классификационной группы»¹.

На совещании, созванном Институтом машиноведения Академии Наук СССР и ВНИТОМАШ спустя два года, в июле 1940 г., проф. Соколовский уточнил понятие типизации:

¹ Проф. А. П. Соколовский, Проблемы типизации технологических процессов, 1938 г.

«Типизацией технологических процессов мы называем классификацию технологических процессов и их элементов (подчеркнуто нами. — С. Я.) и комплексное решение всех задач, возникающих при осуществлении процессов каждой классификационной группы»¹.

Последнее определение допускает возможность типизации также и элементов технологических процессов, что весьма важно, как мы увидим дальше, для перестройки технического нормирования в условиях типизации технологических процессов.

Работа по типизации, как это следует из последнего определения, расчленяется на два этапа:

- 1) составление классификатора деталей,
- 2) разработка технологических процессов.

Опыт проведения типизации технологических процессов показывает, что наиболее приемлемым является метод классификации, предложенный проф. А. П. Соколовским, хотя он и не лишен некоторых недостатков. Этот метод, как известно, основан на классификации деталей по классам, группам и типам.

По этой классификации общие детали, применяемые в машиностроении, разбиваются на 15 классов со следующими обозначениями:

- 1) В — валы,
- 2) А — втулки,
- 3) Д — диски,
- 4) Э — эксцентричные детали,
- 5) К — крестовиды,
- 6) Р — рычаги,
- 7) П — плиты,
- 8) Ш — шпонки и планки,
- 9) С — стойки,
- 10) У — угольники,
- 11) Б — бабки и блоки,
- 12) З — зубчатые колеса,
- 13) Ф — фасонные кулачки,
- 14) М — мелкие крепежные детали,
- 15) Х — ходовые винты и червяки.

Каждый класс разбивается на 10 групп, а каждая группа — в свою очередь на 10 подгрупп.

Однако классификация деталей в данном случае основана лишь на различии их конфигурации, что является недостатком метода, поскольку не учитывается ряд других существенных элементов, имеющих решающее значение с технологической точки зрения. В силу этого не представляется возможным четко определить

¹ Проф. А. П. Соколовский, Современное состояние и задачи типизации технологических процессов, «Вестник металлопромышленности» № 7, 1940 г.

сходство деталей в пределах класса, а вся последующая разбивка деталей по группам и подгруппам внутри данного класса зависит в конечном счете от усмотрения работников, производящих классификацию. Поэтому, оставаясь в основном верным, метод проф. Соколовского требует уточнения.

Ряд работ, появившихся за последние годы, вносит весьма существенные поправки и добавления к данной классификации¹.

Не вдаваясь в рассмотрение предложений отдельных авторов, так как это не входит в нашу задачу, мы считаем нужным подчеркнуть необходимость дальнейших работ по созданию единой системы классификации, имеющей весьма большое значение не только для проведения заводской, но и, что особенно важно, межзаводской и отраслевой типизации технологических процессов.

Вторым этапом работ по типизации является составление типовых процессов на основе разработанной классификации деталей.

Технологические процессы делятся обычно на: 1) типовые, 2) нормализованные, 3) характерные.

Под типовым надо понимать технологический процесс, разработанный для типовой детали с использованием данных передовой техники и стахановского опыта и потому являющийся наиболее рациональным и экономически выгодным в условиях того или иного производства. Следовательно типовой технологический процесс определяет наилучший метод обработки деталей, проверенный в действующих условиях.

К разработке типовых процессов необходимо привлекать наиболее квалифицированных технологов. Эта работа должна осуществляться путем анализа существующей технологической практики и отбора наиболее совершенных методов обработки.

Нормализованный процесс разрабатывается главным образом для нормализованных и одинаковых деталей, отличающихся только размерами и некоторыми дополнительными операциями.

Характерные процессы, в отличие от типовых, разрабатываются для часто встречающихся в производстве деталей.

Такое деление технологических процессов позволяет охватить типизацией максимальное количество деталей.

Одновременно с типизацией технологических процессов необходимо также типизировать методы обработки разных поверхностей, например отверстия, резьбы, зубья шестерен, зубья реек и т. д. Типизация методов обработки подобных поверхностей позволит создать технологические нормы, обеспечивающие необ-

¹ Л. М. Кауфман, Методика проектирования типовых технологических процессов, сб. «Типизация как основа рационализации и повышения технологических процессов», изд. ХИПК ИТР, 1940 г.

С. А. Тиллес, Основные вопросы методики типизации технологических процессов механической обработки, «Вестник металлопромышленности», № 8—9, 1940 г.

ходимую конечную точность, наиболее рациональные методы обработки и контроля отдельных элементов поверхности.

Важным организационным мероприятием для ускорения технологической подготовки является внедрение нормализации межоперационных припусков на обработку, допусков на неточность изготовления, допусков на штамповку, припусков на литье и поковку и т. п.

Этой же цели — сокращению цикла технологической подготовки производства — служит широкое применение «слепышей» технологических процессов на крепежные детали. «Слепыши» представляют собой карты технологического процесса, отпечатанные в необходимом количестве. При выдаче работы на этих картах достаточно проставить номер станка и норму времени.

Такого рода «слепыши» можно разрабатывать не только для крепежных деталей, но и для значительного числа нормализованных и иных часто встречающихся в производстве деталей, вроде валиков, втулок и т. п. Это мероприятие, упрощающее разработку технологического процесса по огромному числу деталей (доходящему на ряде заводов до 50% всей номенклатуры), особенно в крупносерийном и серийном производствах, уменьшает трудоемкость работы по подготовке и, следовательно, сокращает ее длительность. Применение «карт-слепышей» при разработке технологических процессов на одном из ленинградских заводов позволило сократить время составления типизированного процесса в 10—12 раз и достичь благодаря этому годовой экономии по фонду заработной платы ИТР и служащих в сумме 120 тыс. рублей.

Значение типизации технологических процессов

Значение типизации технологических процессов как метода планомерного внедрения передовой технологии и рациональной организации производственных процессов получило общее признание.

Типизация технологических процессов уже на современном уровне ее развития играет большую роль в улучшении организации производственных процессов и, особенно, сокращении цикла технологической подготовки.

Благодаря внедрению типизации продолжительность разработки технологических процессов по новым объектам на одном заводе сократилась в три-четыре раза. На заводе им. Молотова технологические процессы по 12 000 деталей сведены к 366 типовым процессам. На заводе им. Кулакова один типовый технологический процесс в среднем охватывает 25—30 типо-размеров деталей, а один типовый процесс для режущего и мерительного инструмента — в среднем 30—40 типо-размеров инструмента.

Внедрение типизации позволяет сократить документацию в 8—10 раз.

По данным некоторых проектных организаций и отдельных заводов, типизация технологических процессов, увеличивая серийность производства, специализацию станков и материальной оснастки, обеспечивает сокращение затрат времени на изготовление деталей на 30—40%.

Типизация технологических процессов:

увеличивает производительность труда за счет внедрения более совершенных технологических процессов, облегчает рабочий освоение новых изделий;

способствует внедрению рациональных способов организации производства;

создает известное постоянство, стабильность рабочих процессов на рабочем месте;

устраняет ничем не вызываемое разнообразие методов обработки при изготовлении одинаковых деталей, что приводит также и к ускорению проектирования технологических процессов;

дает возможность улучшить постановку технического нормирования, превращая его в метод исследования и установления рациональных рабочих процессов вместо простого исчисления норм времени, как это имеет место в ряде случаев сейчас;

побуждает развивать стандартизацию и нормализацию деталей и узлов, обеспечивая внедрение их в производство и тем самым способствуя повышению качества выпускаемой продукции и ускорению освоения новых машин;

способствуя стандартизации инструмента и внедрению приспособлений, изготавливаемых на базе нормальных деталей и узлов, приводит тем самым к сокращению номенклатуры применяемых приспособлений и инструмента и к одновременному увеличению коэффициента оснащенности производства ими;

наконец, содействует повышению уровня планово-оперативной работы на предприятии, улучшая технико-экономические показатели работы за счет полного использования оборудования, приспособлений, инструмента и т. п.

В целом типизация повышает уровень производственной культуры на предприятии, укрепляет технологическую дисциплину и сокращает цикл освоения новых видов продукции.

Типизация технологических процессов не должна ограничиваться пределами предприятия. Она создает необходимую базу для широкой систематизации технологических процессов как в отраслевом разрезе, так и по машиностроению в целом. Систематизированный таким путем материал позволит сделать обобщения, на основе которых будет установлено правильную специализацию заводов по изготовлению сходных между собой, типичных узлов и деталей, применяемых во всех отраслях машиностроения, и наряду с этим ускорить процесс создания науки — технологии машиностроения, которая до сих пор главным образом «рас-

полагает лишь большим описательным материалом и делает единичные попытки систематизации его различными методами»¹.

Типизация технологических процессов и нормалей типовых рабочих операций

Рассматривая типизацию технологических процессов, как фактор, сокращающий цикл технологической подготовки производства, не следует упускать при этом из виду весьма важное условие, без которого бессмысленна типизация, — проектирование рациональных процессов труда и установление на их основе нормалей типовых рабочих операций.

Идея создания нормалей типовых рабочих операций не нова. Этой проблемой в свое время занимался Научно-исследовательский институт технического нормирования, а еще раньше — Харьковский электро-механический завод имени Сталина (ХЭМЗ). Но правильное и наиболее полное решение этого важного вопроса, обеспечивающее улучшение организации трудового режима на рабочем месте и сокращающее цикл технологической подготовки производства, возможно лишь при типизации технологических процессов.

Типизация технологических процессов и стандартизация типовых рабочих операций — явления одного и того же порядка: они взаимообусловлены и фактически преследуют одну и ту же цель — повышение производительности труда и сокращение цикла освоения новых изделий. Общим для них является метод аналитико-деструктивного исследования, на основе которого осуществляется последующее обобщение технологических процессов и их типизация, обобщение рабочих операций и их типизация.

Установление нормалей типовых рабочих операций при типизации технологических процессов затрагивает коренные вопросы технического нормирования. Практика показывает, что разработка типовых технологических процессов без типизации операций рабочего процесса сводит функции технического нормирования к расчетно-калькуляционной работе по исчислению норм времени. Само собою разумеется, что решение вопроса в такой плоскости не может обеспечить построение рациональных технологических процессов, так как в этом случае отсутствует основная предпосылка — установление рациональных трудовых процессов, осуществляемое техническим нормированием.

Среди известных работ, затрагивающих вопросы технического нормирования при типизации технологических процессов¹, наиболее правильно и всесторонне они освещены проф. А. Г. Спа-

¹ Проф. Э. А. Сателъ, Типизация технологических процессов на новом этапе, «Вестник металлопромышленности» № 9, 1940 г.

хом в статье «Техническое нормирование при типизации технологических процессов».

Проф. Спях рассматривает техническое нормирование как основной метод проектирования нормального рабочего процесса в пространстве и во времени, обеспечивающий правильное построение типовых технологических операций.

Не вдаваясь в подробный разбор затронутых вопросов, мы лишь должны подчеркнуть, что осуществление выдвинутых проф. Спяхом положений о разработке типовых рабочих операций для типового технологического процесса, нормализованных рабочих операций для нормализованного процесса и характерных рабочих операций для характерного процесса, а также разрешение выдвинутой в названной статье задачи создания нормативов должны будут помимо улучшения организации производственных процессов способствовать также сокращению цикла технологической подготовки и освоения новых изделий и передовой технологии.

Типизация технологических процессов является третьим основным условием и существеннейшей предпосылкой организации скоростной технологической подготовки производства, непосредственно примыкая к конструктивной нормализации, закрепляя и развивая ее производственную эффективность.

4. Вопросы скоростного проектирования и изготовления инструментальной оснастки

Проектирование и изготовление специального инструмента и приспособлений в условиях крупносерийного производства занимает, как известно, до 40% общей длительности цикла подготовки и освоения новой машины, а стоимость проектирования инструментальной оснастки достигает, по нашим данным, 60% стоимости всей технологической подготовки.

Чтобы сократить продолжительность технологической подготовки производства и этим ускорить процесс создания новых видов продукции, необходимо уделить особое внимание скоростному проектированию инструментов и приспособлений и их изготовлению в металле. Одними из эффективных мероприятий в этой

¹ Проф. Иоффе, Технологические нормы механической обработки элементарных поверхностей, 1938 г.

Фиш, Качер и Болеславский. Основные вопросы технического нормирования, изд. 1940 г.

З. А. Рубин, Проблема типизации в технической подготовке. (Диссертация.)

А. Г. Спях, Техническое нормирование при типизации технологических процессов, «Труды Харьковского инженерно-экономического института», т. I, 1940 г.

области являются типизация и конструктивная нормализация инструментов, а также форм и размеров отдельных деталей и узлов приспособлений, дающие возможность дополнять наличный парк специальными приспособлениями для новых изделий на базе уже освоенных нормализованных деталей, узлов и других элементов инструментальной оснастки.

Типизация специального инструмента и приспособлений и их классификация

Для широкой постановки работы по типизации и нормализации инструментальной оснастки нужно, чтобы завод располагал соответствующим классификатором инструмента и приспособлений. Классификатор имеет совершенно исключительное значение в инструментальном деле, так как он позволяет избегать путаницы в этом большом хозяйстве.

В данном отношении чрезвычайно поучителен опыт завода им. Ворошилова, удачно разрешившего задачу построения классификатора инструментальной оснастки, полностью удовлетворяющего требованиям скоростной подготовки производства и нормализации. Сначала завод пробовал пользоваться разного рода классификаторами, рекомендованными проектными институтами, а также передовыми предприятиями машиностроения. В частности завод пытался применять классификатор инструмента, разработанный 8-м главком НКТП, классификаторами СТЗ и ХТЗ, классификатором приспособлений Мюллера, а также целым рядом других. Общим признаком, характеризующим все эти классификаторы, является то, что они построены на основании конструктивных особенностей различных видов приспособлений, и именно это обстоятельство делает их малопригодными с точки зрения производственных требований.

Технический персонал завода им. Ворошилова убедился на опыте, что классификатор инструментальной оснастки должен быть построен по другому, целевому, принципу, и разработал собственный классификатор, подразделяющий обрабатываемые детали на классы и группы. В основу классификатора специальных инструментов и приспособлений на заводе им. Ворошилова положена определенная типизация обрабатываемых деталей с точки зрения их геометрического подобия и технологической однородности.

Общая схема классификации специальных приспособлений с их разбивкой на классы и группы и с приведением соответствующих условных цифровых обозначений представлена ниже.

А. Кондукторы:

- 1) для втулок, дисков и шестерен — 9640;
- 2) » валов, зубчатых валов и эксцентриковых деталей — 9641;
- 3) » больших крестовин — 9642;
- 4) » малых крестовин — 9643;

- 5) для рычагов — 9644;
- 6) » стоек, кронштейнов и штоков — 9645;
- 7) » фасонных отливок — 9646;
- 8) » плоских деталей из листового материала — 9647.

Б. Приспособления для токарной обработки и круглой шлифовки:

- 1) для валов — 9650;
- 2) » эксцентриковых деталей — 9651;
- 3) » втулок — 9652;
- 4) » дисков — 9653;
- 5) » крестовин — 9654;
- 6) » стоек, кронштейнов — 9655;
- 7) » зубчатых шестерен и зубчатых валов — 9656.

В. Приспособления для фрезерования и строжки:

- 1) для втулок, шестерен и дисков — 9660;
- 2) » валов, зубчатых валов и эксцентриковых деталей — 9661;
- 3) » рычагов — 9662;
- 4) » больших крестовин — 9663;
- 5) » малых крестовин — 9664;
- 6) » стоек и кронштейнов — 9665;
- 7) » фасонных отливок — 9666;
- 8) » шипонок — 9667.

Г. Приспособления для обработки (фрезерования и долбления) зуба шестерен:

- 1) для шестерен с цилиндрическим зубом — 9670;
- 2) » валиков с цилиндрическим зубом — 9671;
- 3) » шестерен с коническим зубом — 9672;
- 4) » валиков с коническим зубом — 9673.

Д. Приспособления измерительные:

- 1) для валов, зубчатых валов и эксцентрических деталей — 9570;
- 2) » втулок и шестерен — 9571;
- 3) » дисков, колец, обоев, фланцев и крышек — 9572;
- 4) » крестовин — 9573;
- 5) » рычагов — 9574;
- 6) » стоек и кронштейнов — 9575;
- 7) » фасонных отливок — 9576.

Что касается оформления самого классификатора, то оно иллюстрируется приведенной далее фиг. 22, воспроизводящей один из листов классификатора, относящийся к приспособлениям для токарной обработки.

Наличие подобного классификатора не только помогает правильно организовать работу по нормализации инструмента, но и в очень большой мере ускоряет и облегчает подбор и проектирование инструментальной оснастки.

Конструктор по приспособлениям всегда пользуется различного рода альбомами, руководящими материалами, справочниками, книгами или даже статьями из технических журналов. Но при всем этом в большинстве случаев ему бывает трудно подбирать подходящий тип приспособления, достаточно конкретно отвечающий особенностям детали, с которой приходится иметь дело.

Конструктор бюро приспособлений на заводе им. Ворошилова

поставлен в иное положение. Весь архив чертежей приспособлений, когда бы то ни было запроектированных и использованных на заводе, взят на учет и тщательно прокаталогизирован. Все имеющиеся приспособления разбиты по рубрикам классификатора, т. е. дифференцированы на основе классификатора по характеру обработки, для которой они предназначены, и по роду деталей. Это позволяет конструктору выбрать из числа уже имеющихся в архиве завода наиболее подходящий тип приспособления при минимуме затраты времени и сил. Но дело этим не ограничивается. Сплошь и рядом возникает возможность широко использовать уже имеющиеся приспособления, разработанные и изготовленные для предыдущего объекта производства, не создавая новых конструкций. Надо также учесть еще и то обстоятельство, что наличие подобного классификатора и систематизированных данных о специальных приспособлениях позволяет снизить требования, предъявляемые обычно к квалификации конструкторов по приспособлениям, а в условиях войны это имеет серьезное значение.

Обратимость приспособлений и нормализация их деталей

В целях ускорения работ по проектированию и изготовлению инструментальной оснастки следует широко применять принцип универсализации приспособлений, при котором основная, наиболее трудоемкая часть приспособления остается постоянной, а на нее «наращиваются» различные детали или узлы в зависимости от специального назначения того или иного приспособления.

На помещенной ниже фиг. 23 показано универсальное приспособление «сложный» важим для установки четырех деталей», которое может служить примером использования уже освоенных деталей и частично иллюстрирует применение принципа универсализации приспособлений.

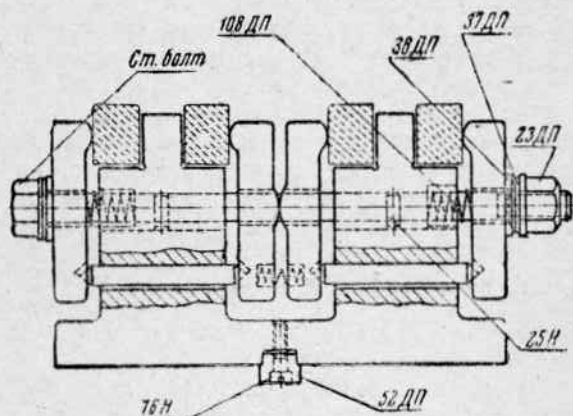
Это приспособление состоит всего из десяти деталей-наименований, из которых пять — детали нормализованных приспособлений («ДП») и две — детали-нормали.

На фиг. 24 и 25 изображены универсальные поворотные приспособления, применяемые на станкостроительном заводе имени Молотова¹.

На планшайбах приспособлений, установленных на одном валу с делительными дисками, легко могут быть закреплены соответствующие приспособления и кондукторы, необходимые для обработки деталей. В подобного рода устройствах установочная база, будучи универсальной, допускает наращивание ряда приспособлений и тем

¹ Фиг. 24 и 25 заимствованы из статьи Я. С. Коган, Технологическое проектирование на Харьковском станкостроительном заводе им. Молотова, сб. «Скоростное проектирование и освоение машин», Машгиз, 1940 г.,

самым позволяет за счет замены отдельных установочных и зажимных частей создать постоянный обратимый фонд оснастки для перехода от освоения одного объекта к освоению другого. Обратимость приспособлений увеличивает сроки службы последних (до их полного износа), одновременно сокращая объем работ по технологической подготовке производства. Широкая нормализация деталей специальных приспособлений приобрела особенно большое



Сложный зажим для установки четырех деталей, закрепляемых четырьмя прихватами с помощью одной гайки.

Придавая прорезам или гнездам форму, соответствующую форме детали, можно закреплять детали разнообразных сечений.

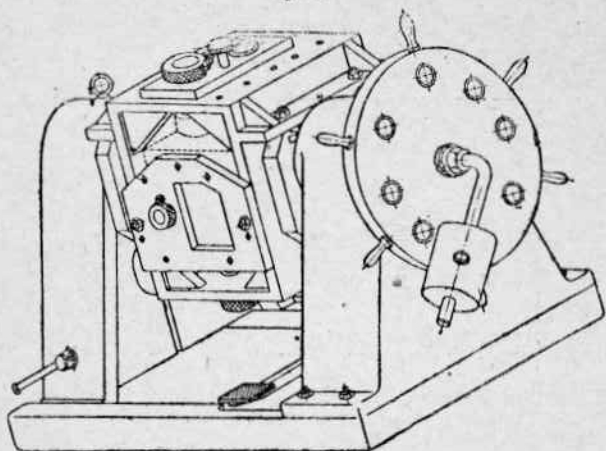
Фиг. 23

значение для оборонных заводов, изготавливающих наиболее сложные и ответственные средства боевой техники, подверженные частым и довольно существенным конструктивным изменениям.

Так в практике уже названного выше танкового завода была проведена весьма серьезная нормализационная работа, в результате которой сравнительно сложные приспособления, состоящие из 30—40 различных деталей, имеют обычно не более 4—5 ненормализованных деталей.

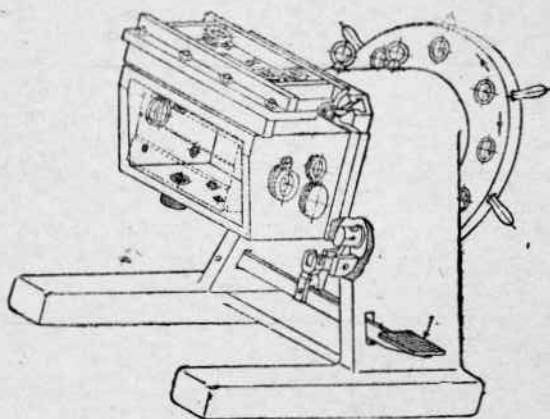
Совершенно естественно, что при таких условиях работа инструментального цеха по изготовлению инструментальной оснастки для новых объектов производства чрезвычайно упрощается. Инструментальный цех располагает большим «заделом» нормальных деталей и нормализованных (обратимых) приспособлений. Чтобы дать представление о размерах этого задела, достаточно сказать,

что на складах инструментального отдела завода им. Ворошилова нормальные детали для приспособлений достигают почти 100 тыс. шт.; что же касается нормализованных приспособлений, то их имеется около 1000 экземпляров.



Фиг. 24

Поскольку на полках инструментального отдела хранится достаточно большой запас нормализованных приспособлений и нормальных деталей для приспособлений, конструктор по приспособ-



Фиг. 25

лениям может сравнительно быстро оснастить технологический процесс и тем самым выдержать установленные весьма сжатые сроки подготовки и освоения нового объекта производства.

Порядок подготовки приспособлений до войны	Рабочие дни по 12 часов	Порядок подготовки приспособлений во время войны
1. Подготовка проекта 2. Составление эскиза 3. Проектирование общего вида 4. Утверждение 5. Взятие номера и нормирование 6. Детализация	1-й	1. Подготовка проекта 2. Составление эскиза 3. Проектирование общего вида 4. Утверждение 6. Детализация
7. Проверка конструктором 8. Копировка 9. Проверка конструктором 10. Проверка конструктором	2-й 3-й 4-й 5-й 6-й	7. Проверка конструктором 8. Проверка черчением 9. Копировка 10. Проверка конструктором 13. Оформление заказа по белку
11. Подпись кальки 12. Снятие синкопий 13. Оформление заказа	7-й 8-й	14. Приемка заказа в инструментальном цехе 15. Разработка технологий и выдача заявок 16. Отрезка заготовок на детали приспособлений
14. Приемка заказа в инструментальном отделе	9-й	17. Механическая обработка корпуса или литья

15. Разработка технологий и выдача заявок на заготовку корпуса 16. Изготовление корпусов или литья и отрезка заготовок	10-й	18. Механическая обработка деталей	20. Сборка приспособлений 21. Приемка приспособлений в ОТК 22. Сдача приспособлений в ЦИС
17. Механическая обработка корпусов	11-й 12-й 13-й 14-й	19. Термическая обработка деталей	Общая продолжительность цикла проектирования и изготовления приспособлений 14 дней
18. Механическая обработка деталей 19. Термообработка деталей	15-й 16-й 17-й 18-й 19-й 20-й 21-й 22-й 23-й 24-й 25-й	20. Сборка приспособлений 21. Приемка приспособлений 22. Сдача приспособлений в ЦИС Общая продолжительность цикла проектирования и изготовления приспособлений 25,5 дня	

Параллельно-последовательный метод проектирования и изготовления инструментальной оснастки

Говоря о скоростном проектировании инструментальной оснастки в связи с подготовкой новых объектов производства, нужно уделить особое внимание календарному расписанию работ по проектированию и изготовлению инструментов и внедрению параллельно-последовательного метода их выполнения.

В условиях войны одно из крупных предприятий оборонной промышленности добилось значительного сокращения сроков проектирования инструментальной оснастки, пересмотрев для этой цели последовательность этапов разработки специальных приспособлений, как это показано на приведенной выше сопоставительной схеме (табл. 5).

Общее сокращение сроков проектирования инструментальной оснастки по приспособлениям в данном случае достигает 30%. Такое сокращение явилось результатом проведения целого ряда мероприятий. Завод значительно улучшил организацию работы благодаря целеустремленности и согласованной деятельности отдельных звеньев подготовки производства.

Серьезнейшим фактором, за счет которого коллективу завода удалось резко сократить затрату времени на проектирование приспособлений, была опять-таки их нормализация. Дело в том, что на заводе имеются в запасе готовые сыньки нормализованных приспособлений, которые можно сразу же использовать, избегая тем самым всех промежуточных работ по оформлению чертежей. Этим значительно сокращается не только работа конструктора, но и деталировщика. Такие нормализованные сыньки имеются по всем типам приспособлений.

Для ещё большего ускорения работы простейшие приспособления изготавливались в инструментальном цехе по эскизам, т. е. без чертежей, которые оформлялись лишь впоследствии.

Громадное значение имеет вопрос о комплектности инструментальной оснастки и очередности в ее изготовлении. При проектировании приспособлений необходимо учитывать оба момента.

В первую очередь надлежит конструировать приспособления для обработки наиболее крупных и сложных деталей изделия. Среди таких приспособлений на первом месте должны стоять те, которые обеспечивают квалифицированное выполнение наиболее ответственных операций — расточку, сверловку фасонных отливок и т. п. Только после того как будут запроектированы такого рода приспособления, можно переходить к конструированию остальной инструментальной оснастки.

Это правило целиком было учтено заводом, из практики которого позаимствована приведенная выше схема (см. табл. 5). Коллектив завода считал, что затрата 25 дней на изготовление инструментальной оснастки — срок чрезмерный и совершенно недопусти-

мый в условиях военного времени. Такой цикл подготовки инструментальной оснастки был обусловлен до войны последовательным порядком выполнения работ. В настоящее время работы выполняются параллельным методом. Как только конструктор по приспособлениям заканчивает разработку эскиза того или иного приспособления, он немедленно дает предварительную заявку на подготовку нормальных деталей нормализованного приспособления или заготовку корпуса. Инструментальный цех приступает к заготовке корпуса приспособления еще до окончания его проектирования. К моменту окончания разработки технологического процесса инструментальный цех имеет полную возможность приступить к механической обработке соответствующих приспособлений и выпустить их сравнительно быстро, не задерживая пуска нового объекта в производство.

Следует заметить, что по всем стадиям проектирования и изготовления приспособлений заводу удалось благодаря правильной организации работ значительно снизить прежние нормы времени.

Скоростное проектирование и изготовление инструментальной оснастки, достигаемое путем широкой типизации и нормализации специальных инструментов и приспособлений, а также путем параллельно-последовательного порядка работ по подготовке инструментальной оснастки, следует считать четвертым важнейшим условием организации скоростной технологической подготовки производства.

Глава IV

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА И ВНЕДРЕНИЕ ПОТОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Организационно-техническая подготовка производства при освоении новых, модернизированных или усовершенствованных конструкций имеет большое значение и является важнейшим фактором действительно быстрого и эффективного внедрения новой передовой технологии.

Организация производственных процессов практически не отделима от технологии и служит одной из предпосылок для реализации запроектированных методов обработки, обеспечивая надлежащее качество последней и требуемый уровень производительности труда при выполнении производственной программы. Весьма характерно, что роль организационной подготовки все более возрастает

по мере перехода к более передовым типам производства. В условиях позаказного изготовления машин отдельными экземплярами или небольшими сериями организационно-техническая подготовка играет незначительную роль, и ее практически нет надобности выделять в самостоятельный этап при освоении новых изделий. В крупносерийном производстве удельный вес организационно-технической подготовки серьезно возрастает.

Технолог обязан при проектировании методов обработки и инструментальной оснастки ориентироваться на определенный порядок партионного запуска и изготовления деталей, считаться с распределением станочного парка по пролетам, избегая чрезмерно сложного кооперирования между ними в процессе изготовления данного изделия, а в ряде случаев предусматривать оснастку рабочих мест, особенно имея в виду, обеспечение многостаночного обслуживания.

Более ответственными и содержательными становятся задачи организационно-технической подготовки в условиях массового производства, т. е. при освоении изделий, подлежащих изготовлению в крупных масштабах на протяжении значительного периода времени. Передовой формой организации производственных процессов при постоянном массовом выпуске определенных изделий является, как мы знаем, поточный метод производства. Основными технико-экономическими предпосылками внедрения поточных методов организации производства являются широкое проведение конструктивной нормализации и соблюдение технологичности деталей конструкции. Громадные технико-экономические преимущества поточного производства заключаются в том, что оно обеспечивает наиболее полную и всестороннее использование внутренних резервов для роста выпуска продукции на тех же площадях, при неизменном парке оборудования и при меньшем численном составе рабочих с приближением требований к их квалификации. Наряду с этим поточное производство резко повышает ответственность за качество работы каждого исполнителя, неизмеримо сокращает производственный цикл, обеспечивает строжайшую технологическую дисциплину и бесперебойную ритмичность во всех звеньях производственного процесса.

В настоящее время поточный метод стал ведущей формой организации производственных процессов не только в отраслях массового производства, но и во многих отраслях серийного машиностроения. Достаточно сказать, что станкостроение, считавшееся до войны типичной областью серийного производства, ныне осваивает поточные методы не только обработки деталей, но и сборки станков.

Можно полагать, что не только в условиях войны, но и в ближайший послевоенный период поточный метод явится основным, ведущим способом организации производственных процессов. В

предыдущих главах мы касались преимущественно освоения передовой технологии, в вопросах организационно-технической подготовки главное внимание должно уделяться поточной организации производства как существенному фактору скоростного освоения новых машин и усовершенствования технологических процессов.

1. Основные расчеты поточного производства

При подготовке нового изделия к массовому или крупносерийному выпуску поточным методом необходимо в первую очередь определить расчетную характеристику проектируемого потока, т. е. выяснить величину такта поточной линии. Тактом потока называется интервал времени, который отделяет запуск или выпуск последовательно изготовляемых экземпляров продукции. Такт — важнейший показатель при проектировании поточного производства, он должен быть одинаковым для всех операций производственных процессов. Выравнивание продолжительности всех операций по величине такта называется синхронизацией потока и требует целого ряда технологических и организационных мероприятий.

Расчет такта сам по себе представляет несложное действие, которое выражается делением фонда рабочего времени за определенный плановый период на число изделий, которое задано выпустить в этот период. Обычно при установлении такта принимается суточный фонд времени в минутах на среднесуточный выпуск по плану. Формула расчета такта выглядит следующим образом:

$$r = \frac{n}{N},$$

где r — искомый расчетный такт, n — фонд времени в минутах, а N — заданный выпуск в штуках.

Для сложного многодетального изделия — машины — расчет такта должен быть выполнен не только по отношению к выпуску готовой продукции, т. е. применительно к ее окончательной сборке и монтажу, но также по отношению к каждому узлу и детали. Иными словами, расчет такта должен проводиться по каждому производственному участку в отдельности.

По величине такта производится выравнивание производительности на всех операциях сборки или обработки деталей.

Наиболее полная синхронизация достигается в тех случаях, когда представляется возможным обеспечить равенство операционных времен по всему ходу технологического процесса. В этом случае объект обработки может подвергаться непрерывной поштучной передаче в процессе обработки с операции на операцию без всяких задержек или протекания. При невозможности достигнуть

равенства операционных времен нужно, по крайней мере, стремиться к их кратности величине такта. Если продолжительность той или иной операции превышает величину такта в два — три раза, то ее синхронизация с другими операциями потока обеспечивается путем установки параллельных рабочих мест, совместная работа которых создает равномерное и безостановочное прохождение изделия в процессе обработки по потоку.

Для того чтобы достигнуть равенства операционных времен или их кратности величине такта, технологи, осуществляющие подробное проектирование технологического процесса, должны заранее иметь в виду расчетную величину такта и ориентироваться на его строгое соблюдение.

Проектирование поточной организации производства должно начинаться таким образом не после того, как технологическая подготовка уже закончена, а параллельно ей. В частности, определение расчетной величины такта нужно приурочить к начальным стадиям технологической подготовки производства.

Практика показывает, что внедрение поточного метода производства очень часто встречается с серьезными трудностями чисто технологического порядка и вызывает иногда необходимость коренных изменений в запроектированном технологическом процессе. Это замедляет освоение производства изделий поточным методом. Если же технолог с самого начала подчинит свою работу задаче обеспечения поточности в производстве, то он сможет избежать в дальнейшем повторного корректирования технологических процессов при их последующей синхронизации. Но как бы тщательно ни предусматривалась поточность обработки при проектировании технологических процессов, этим все же нельзя гарантировать полного равенства или кратности операционных времен. Несовпадение операционных времен с величиной расчетного такта — явление довольно частое. В этом случае для обеспечения поточности производства надо выйти за пределы чисто технологических мероприятий и заранее предусмотреть организационный режим или распорядок выполнения производственных работ.

В частности, для обеспечения правильной сопряженности работы в потоке между операциями неодинаковой продолжительности предусматриваются так называемые оборотные заделы. Заделы последовательно то нарастают, то рассасываются в определенном порядке, по мере того как темпы обработки на смежных операциях то обгоняют друг друга, то вновь выравниваются благодаря временной приостановке работы на наиболее производительных рабочих местах. Размеры этих заделов, порядок их накопления и режим их обращения должны быть учтены заранее при проектировании поточных линий. Нужно также заранее тщательно регламентировать распорядок

док работы оборудования и рабочих по всему ходу производственного процесса, так как практически движение заделов определяется соотношением перерывов в выполнении смежных операций потока на протяжении смены или суток.

Наиболее полно и отчетливо регламентированный режим работы на поточном участке производства может быть представлен в графической форме, как это сделано на прилагаемой фиг. 26.

На этом графике заранее строго учтены и запроектированы следующие элементы рабочей линии: нагрузка станков и ее распределение по часам в масштабе смен и суток; расстановка рабочих по рабочим местам и операциям, а также порядок перехода рабочих с операции на операцию в течение смены при регламентированных перерывах работы на соответственных станках; часовой график движения выработки по операциям и обращения заделов, зависящих от соотношения темпов и режима работ на смежных операциях.

Располагая таким комплексным графиком, можно достаточно полно учесть основные расчетные параметры поточного производства и тем самым свести к минимуму организационные неполадки, тормозящие освоение новых изделий в нормальном серийном или массовом выпуске. Вместе с тем расчетная характеристика потока предопределяет его пространственную планировку и транспортное оснащение.

2. Пространственная планировка и транспортное оснащение производственного потока

Поточное производство характеризуется не только строго регламентированным движением изделия во времени, но и наиболее целесообразной пространственной планировкой обрабаточного процесса с расположением рабочих мест в виде непрерывной цепи в полном соответствии с технологической последовательностью операций.

Такое размещение производственных звеньев обеспечивает кратчайшие маршруты движения изделия в процессе обработки, устраняет так называемые «петли» и создает условия для применения транспортных средств непрерывного действия, связывающих все рабочие места в единый поток.

Освоение нового изделия, подлежащего массовому или крупносерийному выпуску, с применением передовых форм поточной организации производства предполагает поэтому тщательную предварительную разработку проекта пространственного размещения оборудования и оснащения потока транспортными средствами.

Проект пространственной планировки производственного потока должен разрабатываться путем ряда последовательных приближений и уточняться по мере того, как заканчивается технологическая подготовка производства и выполняются основные расчеты потока, предусмотренные предыдущим разделом.

Первоначальная схема расстановки оборудования должна быть намечена тотчас же вслед за расчетом такта поточной линии и установлением количества параллельных рабочих мест на каждой операции. Эта схема подлежит конкретизации и уточнению в зависимости от располагаемых производственных площадей, конфигурации производственных заданий и прочих местных условий планировки потока. В процессе технической подготовки производства мы располагаем возможностями в смысле выбора оборудования и его перестановки в наиболее целесообразном порядке. Но производственные помещения — фактор стабильного значения, и мы вынуждены приспособлять к нему проектирование пространственной организации потока.

Третьей ступенью уточнения при проектировании пространственной планировки поточных линий является разработка транспортной их оснастки, которая, в свою очередь, чрезвычайно тесно связана с расчетом заделов и с установлением регламентированного режима работы в потоке.

Чтобы дать представление о разнообразии планировочных вариантов поточного производства, мы воспроизводим ниже их классификацию, принятую для металлообрабатывающих заводов НКБ СССР и оформленную в виде графика (фиг. 27). Приведенные на этом графике разновидности планировочных решений вовсе не исчерпывают всего возможного их разнообразия, а только иллюстрируют их принципиальное направление.

Как видно из приведенной графической классификации, одна и та же планировочная схема может сопровождаться довольно разнотипными вариантами транспортной оснастки. А это значит, что окончательное их уточнение органически связано с выбором и проектированием транспортных средств.

Транспортные устройства в поточном производстве определяются намеченным распорядком движения предмета труда с операции на операцию и степенью их синхронизации. При наиболее полной синхронизации потока, охватывающей всю обработочную цепь, применяются обычно непрерывно действующие транспортные средства сквозного типа, сочленяющие между собой все рабочие места в потоке и подчиняющие их работу единому принудительному ритму. К этому типу транспортных средств принадлежат конвейеры разных конструкций: цепные подвесные, ленточные и пластинчатые наземные, цепные с платформами и т. п. Конвейеры снабжаются моторами, которые и приводят их в движение — либо равномерное и непрерывное, либо с паузами, продолжительность которых равна такту поточной линии. Существенное различие представляет собой применение конвейера, когда обработка изделия производится непосредственно на нем самом и когда, напротив, изделие снимается с конвейера на время обработки, а последняя осуществляется на примыкающем к нему рабочем месте. Первый способ работы харак-

терен преимущественно для сборочных и других ручных операций, а второй для станочных операций, требующих специального механического оборудования. При проектировании конвейера, на котором должна непосредственно выполняться обработка изделия, длина рабочего места и скорость движения транспортера целиком зависят от габаритов изготавливаемого объекта и нормы времени на соответствующую операцию. Наоборот, при обработке изделия не на самом конвейере, а возле него, длина и скорость перемещения транспортера определяются не столько производительностью соответствующих операций, сколько необходимостью иметь более или менее значительные межоперационные заделы. Чем больше должны быть заделы, тем медленней должен двигаться конвейер. А в пределе это очень скоро приводит и к полному отказу от самодвижущегося транспортного устройства в пользу безмоторной транспортной установки типа рольганга, которая вовсе не передвигает изделия в процессе производства, а только облегчает его постоянное перемещение по строго фиксированному маршруту.

Впрочем при неизбежности значительных скоплений заделов в определенных звеньях производственного процесса и при работе широким фронтом, т. е. с большим числом дублирующих друг друга рабочих мест на каждой операции, в настоящее время довольно широко применяются конвейеры локального действия, охватывающие не всю поточную линию, а только известный ее отрезок, расположенный, например, между двумя контрольными пунктами. В этом случае контрольные пункты служат одновременно аккумуляторами заделов и перевалочными станциями в отношении примыкающих конвейерных установок.

Подобно этому рольганг точно так же может подвергаться расчленению на ряд самостоятельных секций, сообщающихся друг с другом только через посредство некоторой аккумулирующей, браковочной, учетной и перевалочной станции.

Такой локальной межоперационной передаче изделия отвечают простые, но очень эффективные транспортные устройства, основанные на гравитационном принципе: лотки, склизы, скаты, желоба и т. п.

Своеобразным вспомогательным средством межоперационного перемещения или передачи объекта обработки в поточном производстве являются поворотные столы специальной конструкции, простейшие межстаночные подвижные стеллажи или даже столы, либо подставки.

Таков разнообразный ассортимент важнейших разновидностей транспортного оснащения, которое подлежит заблаговременному выбору и установке при освоении поточного производства, не говоря уже о других типах транспортных средств универсального применения, в роде разного рода тележек, вагонеток и т. п.

Тщательное проектирование производствен-

ного транспорта в органическом сочетании с пространственной планировкой потока должно основываться на предварительном расчете поточных линий и сопровождаться последующей организационно-технической их наладкой.

3. Организационно-техническая наладка поточного производства

Под организационно-технической наладкой поточного производства надо понимать третью основную стадию его проектирования и освоения, посвященную детальной регламентации всего технического распорядка работы в потоке. Сюда входит прежде всего организация и оснащение рабочих мест различного рода вспомогательными устройствами, облегчающими хранение инструмента и пользование им, в процессе работы, удобное размещение материалов и заготовок, своевременная очистка станка от стружки и ее удаление, подача охлаждающих жидкостей и обеспечение смазки станка, а также его текущее обслуживание и подналадка.

Все эти «мелочи» имеют очень большое влияние на производительность труда, на соблюдение режимов технологического процесса и на самое качество обработки. Они повышают культуру труда, помогают внедрению строгой технологической и производственной дисциплины, а все это вместе взятое ускоряет темпы производства и сокращает период освоения новых изделий и новой технологии, делая его безболезненным и четким.

Кроме вспомогательной оснастки рабочих мест операторов в потоке исключительно важное значение имеет регламентация всего распорядка работы по техническому контролю и ее закрепление путем соответствующего оборудования и устройства контрольных пунктов. В каждом контрольном пункте, как и на производственных рабочих местах, должна быть предусмотрена тщательная организация инструментально-измерительного хозяйства, обеспечено правильное хранение мерителей и удобное пользование ими, их поверка, смазка и очистка. Наряду с этим необходимо озаботиться созданием стеллажных и иных устройств для размещения брака по видам дефектов, по категориям и по виновникам, для его сортировки и маркировки. В этой связи должна быть заранее продумана, а затем и реализована определенная система образования страховых заделов для покрытия брака, строгий порядок их использования и возобновления, а также наиболее удобные и эффективные методы доделки исправного брака.

Чрезвычайно существенную роль в деле внедрения и освоения поточных методов производства играет строго регламентированное

обслуживание рабочих мест и поточной линии всем необходимым для бесперебойной и ритмичной ее работы. При этом для сборочных операций в центре внимания должна стоять комплектровка деталей и регулярное питание ими производственных рабочих мест, а для механообработки — обслуживание станков наладкой и инструментом.

На каждый станок должна быть заранее заведена комплектная инструментальная карточка по образцу приведенной ниже, где строго регламентирована вся номенклатура инструмента, хранящегося в собственной индивидуальной тумбочке рабочего-оператора, указано количество рабочего и запасного инструмента, порядок обмена каждой его разновидности, а также размещение в разных ящиках тумбочки.

Таблица 6

Завод Комплектная инструментальная карточка № _____ изделие _____

Цех _____ Хранится в тумбочке станка 2-й операции. Деталь _____

№ п/п	Наименование	Марка	Количество			Кто обмени- вает	Место хранения
			в ра- боте	в за- пасе	всего		
1	Резец проходной	В 03157—2—1	2	6	8	Развозчик	Ящик № 3
2	„ с подрезкой	В 03157—2—2	1	4	5	„	„
3	Скоба 63,5—0,23 мм	В 03157—2	1	—	—	Браковщик	„ № 1
4	Скоба длиной 108, 25—0,23 мм	В 03157—2	1	—	—	„	„ № 1
5	Эталонный пор- шень	В 03157—2	1	—	—	Наладчик	„ № 2
6	Шаблон для уста- новки по цент- ру переднего су- порта	В 03157—2	1	—	—	„	„
7	То же для заднего супорта	В 03157—2	1	—	—	„	„
8	Подкладки 16×130 толщиной 0,5— 1—2—4 мм	—	—	—	—	„	„
9	Ключ гаечный 27 мм	—	1 комп- лекта	—	—	„	„
10	Ключ торцевой 14 мм	—	1	—	—	„	„
11	Масленка	—	1	—	—	Смазчик	„ № 4
12	Щетка для струж- ки	—	1	—	—	Уборщица	„
13	Концы	—	0, 2 кг	—	—	„	„

Большое влияние на успешную работу операторов, особенно в период освоения новых изделий и новой технологии, оказывает правильно организованная наладка оборудования и его текущая подна-

операцию. Такого рода карта должна содержать необходимые эскизы наладки, полный перечень применяемого инструмента, указание о применяемых режимах обработки и способе их установки на данном станке, а также перечень видов брака, вызываемого неправильной наладкой и мер по его устранению. В качестве примера приведем карту наладки по участку поршней цеха пусковых моторов.

Руководствуясь тщательно разработанными картами по типу приведенной на фиг. 28, наладчик должен вести регулярное наблюдение за работой обслуживаемых станков, обходя соответственные рабочие места по заранее намеченному маршруту, своевременно заменяя режущий инструмент, производя регулировку отдельных агрегатов, инструктируя операторов и тщательно следя за появлением малейших дефектов обработки для их немедленного устранения.

По такому же строго рассчитанному маршруту и в установленном режиме должны работать и остальные работники обслуживающего персонала: смазчики, раздатчики инструмента, слесари текущего ремонта.

Надо помнить, что освоение поточного производства требует повышенной четкости от «тыловых» служб цеха и завода. Оно предполагает наведение строжайшего порядка в работе инструментально-раздаточных кладовых, централизацию и нормализацию заточки инструмента, профилактический планово-периодический ремонт оборудования с проведением такового в определенной последовательности (от конца поточной линии к ее началу), регламентированную смазку оборудования и тщательный уход за ним.

Организационно-техническая подготовка производства, предусматривающая поточные формы его организации, ни в коем случае не может пренебрегать всеми этими «второстепенными», казалось бы, вопросами, потому что именно их недооценка на практике более всего тормозит успешное развертывание нормального выпуска и его доведение до намеченной проектной мощности. Затяжной характер так называемого периода освоения и большинство наиболее распространенных «болезней освоения» обусловлены в подавляющем числе случаев невниманием к производственному «тылу» и отсутствием серьезной организационно-технической его подготовки при внедрении новых конструкций и новой технологии, особенно в условиях поточной организации производства.

ПЛАНИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

Планирование технической подготовки производства является одним из решающих факторов для ускорения подготовки и освоения новых изделий.

Оно должно координировать все виды подготовки по всем без исключения этапам, так как только при этом условии будет способствовать сокращению длительности освоения новых изделий.

Исходным пунктом при составлении плана технической подготовки производства является директивный срок выпуска новых изделий. Календарное планирование этапов подготовки должно таким образом идти от конечного срока. Лишь в отдельных случаях, когда директивный срок выпуска нового изделия не установлен, планирование подготовки может отправляться от первого этапа, а срок серийного выпуска машин определится уже впоследствии на основании самого плана технической подготовки.

Машиностроительные заводы серийного производства должны, как правило, осваивать в течение года не одну, а несколько новых конструкций. Поэтому планы освоения отдельных машин необходимо увязывать между собой, причем необходимо учитывать следующие условия:

- 1) соблюдение директивных сроков выпуска;
- 2) первоочередное окончание работ, переходящих с прошлого года;
- 3) параллельная подготовка основной (базовой) машины и ее модификаций;
- 4) проектирование вновь осваиваемых оригинальных машин, по которым установлены директивные сроки выпуска с начала года, дабы достаточно основательно проработать их конструкцию;
- 5) равномерная загрузка отделов и цехов, участвующих в подготовке производства.

Поскольку объем работ по технической подготовке производства, падающий на разные отделы и цехи, окончательно выясняется лишь после составления индивидуальных планов подготовки каждого изделия, проверка распределения работ по отдельным периодам года может производиться лишь после сверстки всех индивидуальных (по объекту) планов технической подготовки. Однако примерная календарная разбивка подготовки разных изделий может быть намечена в предварительном порядке, с последующим уточнением при сверстке планов.

Деятельность разных органов, участвующих в технической подготовке, тесно переплетается на каждой стадии.

Для того чтобы весь объем работы по каждому объекту был выполнен в кратчайший период времени, чтобы не было пере-

рывов, чтобы была обеспечена надлежащая координация между отдельными участниками, планы технической подготовки производства должны быть достаточно дифференцированы.

Построение графика технической подготовки и освоения нового изделия

Наилучшей формой для составления планов технической подготовки производства является график, наглядно представляющий последовательность и взаимосвязь отдельных работ. Необходимые в процессе составления плана коррективы и уточнения гораздо проще и легче вносить при графическом его построении, чем при любом ином.

Для составления графика подготовки необходимо рассчитать объем работы по отдельным ее этапам и исполнителям, а также длительность каждого этапа по каждому изделию в отдельности. Длительность эта зависит, с одной стороны, от объема работы, а с другой — от фронта работы, т. е. от количества одновременно участвующих в ней исполнителей.

Методика определения объема работы будет изложена ниже. Здесь мы исходим из предположения, что объем работы по отдельным этапам уже определен и что таким образом имеется необходимая база для составления графика.

Основным требованием, предъявляемым к плану, является максимальное сжатие сроков подготовки. Длительность цикла технической подготовки, как мы это видели выше, зависит от целого ряда факторов, решающим из которых является качество подготовительных работ.

Однако наиболее серьезные резервы для сокращения цикла технической подготовки заложены в самой структуре проектируемого графика подготовки.

Важнейшим элементом скоростных методов подготовки, как уже указывалось ранее, является параллельное выполнение работ отдельными участниками подготовки на разных ее этапах. Принцип параллельности должен пронизывать весь график технической подготовки и освоения нового изделия.

Приведем несколько примеров в дополнение к уже сказанному на этот счет в предыдущих главах. На первой стадии подготовки изготовление модели может и должно начинаться немедленно после выполнения чертежей отдельных деталей. Точно так же нет необходимости ожидать изготовления всех рабочих чертежей, чтобы начать разработку подетальных технологических процессов. По мере изготовления отдельных технологических карт следует немедленно приступить к проектированию специального инструмента и приспособлений.

Параллельное выполнение работ по подготовке требует соответственного их расположения в плане. Так например, конструк-

торский отдел должен в первую очередь разрабатывать чертежи деталей, изготавливаемых из литья, и немедленно передавать их в технологический отдел (или в отдел снабжения, если отливки получают со стороны).

Сказанное полностью относится и ко второму, а также третьему этапам технической подготовки производства.

Не дожидаясь внесения во все чертежи машины исправлений, обусловленных испытанием опытного образца, модельный цех может приступать к исправлению и дублированию моделей, и чертежи которых необходимые изменения уже внесены. Аналогично этому составление развернутой технологии по значительному количеству «бесспорных» деталей может начаться задолго до окончания испытания новой машины.

Как уже отмечалось, значительный удельный вес в цикле технической подготовки принадлежит проектированию и, особенно, изготовлению инструментальной оснастки. Ограниченные возможности многих заводов (недостаточная пропускная способность инструментальных цехов) часто затягивают сроки подготовки. Поэтому многие заводы разбивают развертывание серийного выпуска новых машин на две-три очереди. В первую очередь проектируется и изготавливается лишь та часть инструментальной оснастки, без которой вообще невозможно серийное изготовление данного объекта. Остальная часть оснастки, отсутствие которой безусловно не вызывает ухудшения качества изделия, проектируется и подготавливается во вторую очередь, применительно к сроку изготовления второй серии вновь осваиваемых машин.

Наконец, самый пуск в обработку многих деталей для первой серии может быть произведен еще до того, как цех получит полный комплект приспособлений и инструментов первой очереди. По мере поступления новых приспособлений и инструментов пускаются в производство и соответствующие новые детали.

Подобно этому сборку пробного образца, а равно и серийных машин следует развертывать постепенно, не ожидая окончания изготовления всех деталей в механическом цехе.

Для применения такого порядка работ необходима определенная очередность проектирования и изготовления инструментов, получения или производства поковок и литья и запуска деталей в механическую обработку. Все перечисленные работы должны производиться в первую очередь по тем деталям, которые будут нужны на первых этапах сборки.

Из приведенных соображений достаточно ясно, что параллельное построение графика технической подготовки, обеспечивающее выполнение работы по каждому объекту широким фронтом, позволяет резко сократить общую длительность цикла подготовки и освоения новых изделий. Ниже приводится примерный график подготовки токарного станка в условиях среднесерийного произ-

водства, в котором полностью соблюден принцип параллельного проведения работ (фиг. 29, см. вклейку).

Однако составлением графика не исчерпывается задача планирования технической подготовки нового изделия. Отдельные элементы графика, относящиеся к работе различных отделов и частей завода, подлежат дальнейшей дифференциации,

Так например, работы по проектированию новой конструкции должны быть расчленены в графике конструкторского отдела с максимальным использованием возможностей их параллельного выполнения. Работы технологического отдела расчленяются на проектирование кузнечных, литейных, термических работ, механической обработки (по пролетам механического цеха), узловой и общей сборки. В необходимых случаях график могут также подвергаться детализации по отдельным узлам и деталям машины. Это нужно как для установления очередности работ внутри каждого отдела, так и для расчета их трудоемкости по группам исполнителей однородной специальности или квалификации.

Объемные расчеты плана технической подготовки

При составлении плана технической подготовки производства необходимо рассчитать предстоящий объем работ по отдельным объектам (изделиям), и по участкам (исполнителям). Чем тщательнее и обоснованнее произведены эти расчеты, тем более реальны сроки выполнения соответствующих этапов технической подготовки.

Расчет объема подготовительных работ зачастую чрезвычайно затруднен отсутствием, недостаточностью или неконкретностью, либо ненадежностью исходных данных. Ведь при составлении плана подготовки часто еще нет данных о конструкции изделия, либо имеется слишком общая его характеристика, не удовлетворяющая задачам планирования. Спецификации деталей и узлов, как правило, отсутствуют. О технологии изготовления даже основных деталей машины имеется обычно лишь самое общее предварительное представление.

Положение существенно упрощается, если известная часть работ по технической подготовке нового изделия уже выполнена. А это имеет место при планировании подготовительных работ, переходящих с прошлого года.

Вообще чем ближе подходит к концу техническая подготовка производства, тем проще выполнить расчет объема оставшихся работ и тем точнее его можно сделать.

В этих условиях расчет объема работ по подготовке новых изделий всегда приходится производить приближенным методом. Степень укрупнения расчетов зависит от состояния исходных данных.

Значительно облегчает расчетную работу наличие подходящего

для сравнения и контроля уже освоенного типа изделия, позволяющее производить ряд расчетов по аналогии, с применением тех или иных поправочных коэффициентов. Это относится не только к машине в целом, но и к отдельным ее узлам и деталям. Если в машину входит известное количество деталей и узлов, подобных ранее осваивавшимся, то задача расчета объема работ значительно облегчается.

Приближенные методы расчета объема работ основываются на использовании нормативных таблиц, составленных по опыту прежней работы. Создание таких нормативных таблиц является важнейшей задачей для каждого завода. Для разработки их необходим тщательный учет трудоемкости выполняемых работ по подготовке, группировка и анализ данных. Нормативные таблицы должны систематически уточняться и дифференцироваться по мере накопления заводом опыта подготовки новых изделий.

На ряде заводов часто используются нормативными таблицами, разработанными в проектных организациях или заимствованными у других заводов. Однако в такого рода таблицах сглаживаются различия в практике отдельных заводов, и поэтому они дают в лучшем случае некоторую исходную базу для расчетов. Некритическое использование их может привести и часто приводит к большим ошибкам. Только при организации систематического учета трудоемкости выполненных подготовительных работ и постепенном накоплении нормативных данных можно создать доброкачественный материал для расчетов объема подготовительных работ.

В зависимости от того, какими данными располагает завод по изделию, на которое составляется план подготовки, могут применяться два метода расчета: метод укрупненного расчета, основанный на установлении класса сложности машины, и метод подетального расчета, основанный на более или менее точном установлении количества единиц работы и на оценке средней трудоемкости единицы.

Метод укрупненного расчета заключается в следующем. В зависимости от характеристики машины она относится к тому или

Таблица 7

Классы	Группа	Классы		
		I (до 5 т)	II (5—10 т и автоматы до 5 т)	III (свыше 10 т и автоматы свыше 5 т)
		Количество оригинальных деталей		
1		До 400	До 250	—
2		" 550	" 400	До 250
3		" 800	" 550	" 400
4		" 1 000	" 800	" 550
5		—	" 1 000	" 800

другому классу сложности, и дальнейшие расчеты производятся по укрупненным нормативам, исходя из класса сложности машины. Так например, на станкозаводе «Красный пролетарий» группировка по классам сложности производится на основании двух признаков — веса машины и количества оригинальных деталей, как показано в табл. 7.

Предполагается, что все группы, отнесенные к данному классу, имеют одну и ту же трудоемкость. Так трудоемкость подготовки станков весом до 5 т и имеющих до 550 оригинальных деталей примерно равна трудоемкости станков весом от 5 до 10 т и имеющих 400 оригинальных деталей.

Более подробную таблицу для определения класса сложности станка разработал ЭНИМС, обобщив опыт передовых заводов. В основу определения классов сложности здесь положены пять признаков: вес станка, число оригинальных деталей, степень кинематической сложности станка, число крупных литых деталей и число нормальных деталей (табл. 8). (Буквы А, Б, В, Г, Д в табл. 8 означают коэффициенты).

Таблица 8

Классы	Вес станка		Оригинальность		Кинематическая сложность		Количество крупных литых деталей		Количество нормальных деталей	
	тонн	А	Число оригинальных деталей	Б	степень сложности	В	число	Г	число	Д
I	1	1	До 250	3	Малая	3	10	2	20	3
II	2	2	" 500	6,5	Средняя	7	15	5	40	8,5
III	3	3	" 750	9	Большая	13	20	7	60	4
IV	4	5	" 1000	11,5	Малая автоматизация	18	25	9	80	4,5
V	5	7	" 1000	14	Большая автоматизация	23	30	11	100	5

Определение класса сложности производится по формуле:

$$K = \frac{A + Б + В + Г + Д}{12}$$

Так например, если проектируется станок весом 5 т, средней кинематической сложности, с числом оригинальных деталей 500 и если этот станок будет иметь до 25 крупных литых деталей и 80 нормальных деталей, то он должен быть отнесен к третьему классу сложности:

$$K = \frac{5 + 6,5 + 7 + 9 + 4,5}{12} \approx 3.$$

Для каждого класса сложности машины разрабатываются сводные нормативы трудоемкости по укрупненным этапам. Так например, для третьего класса сложности ЭНИМС дает следующие нормативы на конструкторские работы:

1. Техзадание	250	6. Корректировка черте-	
2. Техпроект	2700	жей	560
3. Рабочие чертежи	3600	7. Оформление	900
4. Составление паспорта		8. Экспериментальные ра-	
и пр.	655	боты	540
5. Обслуживание опытно-			
го станка	1040		

Как видим, нормативы эти чрезвычайно укрупненные и относятся к целым большим этапам конструкторской работы. Разумеется, при разработке квартальных и месячных планов подготовки расчеты, произведенные по таким укрупненным нормативам, должны уточняться.

Аналогичные нормативы имеются и для технологических работ, а также для проектирования оснастки. Они дают для каждого класса сложности примерное количество деталей, для которых надо проектировать технологический процесс, а также количество приспособлений и специальных инструментов, которыми нужно будет оснастить изготовление новой машины. Наряду с этим по каждому классу сложности устанавливаются нормативы трудоемкости на единицы различных работ.

Подетальный метод расчета основан на предварительном установлении количества единиц работы, подлежащих выполнению на отдельных участках подготовки. Понятно, что и здесь в ряде случаев приходится определять искомые величины с известным приближением. Рассмотрим этот метод более подробно по отдельным участкам подготовки производства.

Конструкторские работы. Устанавливается количество в машине деталей: а) оригинальных, б) подобных по конфигурации уже изготовлявшимся ранее, в) заимствованных из старых конструкций (включая сюда и нормы). Все оригинальные детали, а также детали, аналогичные ранее изготовлявшимся, разбиваются на группы сложности. По каждой детали устанавливается потребное число нормальных формат-чертежей. На один формат, относящийся к той или иной группе сложности, имеются нормативы трудоемкости по отдельным профессиям (конструктор, чертежник, копировщик и пр.). Подсчитав общее количество форматов по каждой группе сложности и умножив его на трудоемкость изготовления одного формата отдельно по каждому виду работ (конструирование, копировка и пр.), получаем общую трудоемкость каждого отдельного этапа конструкторской работы, а также загрузку на этом этапе отдельных категорий работников.

Недостаток этого метода заключается в том, что далеко не

всегда имеются необходимые данные для исчисления объема работ и что самые расчеты, которые при этом нужно производить, довольно трудоемки.

Данный метод применяется и в более упрощенной форме: нормативы трудоемкости устанавливаются не по форматам, а укрупненно на деталь, узел (сборочные чертежи) и т. п., причем детали могут и здесь разделяться на несколько групп сложности.

Проектирование технологии. Подетальный расчет объема работ производится здесь так же, как и по конструкторским работам. Из общего числа деталей машины исключаются покупные детали, а также нормали и детали, уже изготовлявшиеся на заводе для других машин. Остающиеся детали разбиваются на две-три группы сложности, в зависимости, например, от числа операций на одну деталь, от того, является ли деталь совершенно оригинальной или завод уже изготовлял или изготовляет аналогичные детали и для них разработана технология. Для каждой группы сложности имеются нормативы на выполнение отдельных работ, связанных с разработкой технологического процесса, например на составление маршрутной технологии, технологической карты, инструкционной карты, чертежа заготовки и т. п. Нормативы эти могут быть отдельными для разработки технологических процессов по литейным, кузнечным, термическим, механическим, и сборочным работам, а также дифференцированными по исполнителям

Таблица 9

№ п/п.	Наименование работ	Количество часов	
		ИТР	Служащие
1	Разработка временного технологического процесса для опытного образца (1 деталь)	2	—
2	Составление временного технологического процесса сборки одного станка	350	—
3	Обслуживание изготовления опытного образца	525	—
4	Корректировка разработанных конструкторским бюро моделей (1 деталь)	1,5	—
5	Разработка технологического процесса для серий (1 деталь)	8	—
6	Разработка операционных карт наладок (1 деталь)	15	1
7	Разработка чертежей поковок и штамповок (1 деталь)	2	1
8	Разработка технологического процесса сборки 1 сложного станка	525	—
9	То же средней сложности	350	—
10	Нормирование 1 детали для серии	4	—
11	Нормирование сборки 1 станка	175	—
12	Нормирование 1 операционной карты наладки	3	—

(например ведущий технолог, технолог, копировщик и т. п.). На основании всех этих данных подсчитывается, аналогично предыдущему, объем работ как в целом по изделию, так и по отдельным группам исполнителей.

И здесь возможно известное упрощение методики расчета. Так норматив трудоемкости технологической разработки может быть установлен на детали в целом, без разделения на кузнечные, механические, термические и прочие работы. Нормативы на разработку сборочных процессов могут быть укрупнены и сведены к единому нормативу на проектирование сборки. При перспективном планировании технической подготовки пользование такими укрупненными нормативами вполне оправдывается. При оперативном планировании расчеты могут быть проделаны по более дифференцированным нормативам.

Приведем в качестве иллюстрации нормативы трудоемкости на технологическую разработку по заводу им. Орджоникидзе (табл. 9).

Для сравнения приводим установленные для станков II класса сложности нормативы трудоемкости по Московскому заводу шлифовальных станков и заводу «Красный пролетарий» (табл. 10).

Таблица 10

№ п/п.	Наименование работ	З-д «Красный пролетарий»		З-д шлифовальных станков	
		Количество единиц работы	Средняя трудоемкость	Количество единиц работы	Средняя трудоемкость
1	Разработка процесса на кузнечные работы	40	2	10	3
2	То же на механическую обработку	400	21	400	13
3	То же на термическую обработку	60	1,5	80	1,5
4	То же на сборку	150	3	120	3
5	Разработка чертежей поковок	40	8,8	10	8,5

Проектирование инструментальной оснастки. Расчеты объема работ по оснастке машин (моделями, приспособлениями, штампами, инструментами) можно производить более или менее точно лишь после того, как разработан технологический процесс на все или хотя бы на значительную часть деталей. Но поскольку, как указывалось выше, проектирование оснастки должно идти параллельно с разработкой технологического процесса, такая возможность обычно отсутствует. Поэтому при расчете объема работ по проектированию инструментов обычно исходят из установлен-

ных нормативных коэффициентов оснастки одной детали машины. Коэффициент оснастки — это среднее количество моделей, приспособлений, штампов, инструментов на одну деталь. Он в наибольшей степени зависит от серийности производства: для машин крупносерийного выпуска значительно больше, чем для мелкосерийных. Коэффициент оснастки устанавливается иногда в целом по всему инструменту и в дальнейшем разбивается в определенном процентном отношении по отдельным его группам. С увеличением коэффициента оснастки обычно увеличивается удельный вес специальных приспособлений¹. Зная коэффициент оснастки и количество деталей машины, можно установить количество приспособлений, инструментов, штампов и моделей, подлежащих проектированию и изготовлению. Имея нормативные данные о средней трудоемкости проектирования одного приспособления, штампа и пр., нетрудно подсчитать общую трудоемкость работы по проектированию инструмента с разбивкой ее по категориям работников. Целесообразно иметь дифференцированные нормативы трудоемкости по приспособлениям и инструменту разной степени сложности, например отдельные нормативы для сложных, средних и простых приспособлений, для простого и сложного режущего инструмента и пр. Распределение самого инструмента по группам сложности может быть произведено либо путем процентной разбивки, например по аналогии с другой, ранее выпускавшейся машиной, либо же путем примерной разбивки по данным временной технологической документации, разработанной для изготовления опытного образца. Приводим в качестве примера нормативы трудоемкости на проектирование инструмента станкозавода им. Орджоникидзе,

Таблица 11

№ п/п.	Наименование работ	Количество часов			
		З-д «Крас- ный про- летарий»	З-д шли- фоваль- ных станков	З-д им. Орджоникидзе	
				ИТР	Служа- щие
1	Конструирование 1 приспособле- ния	44	33	50	14
2	То же 1 режущего инструмента	7,5	7,5	15	7
3	„ 1 мерительного инстру- мента	6,5	4	5	3
4	То же 1 вспомогательного ин- струмента	12	8	5	3

¹ Например коэффициент оснастки по спецприспособлениям на заводе «Красный пролетарий» равен 1,2, на заводе шлифовальных станков — 0,4—0,9. ЭНИМС дает среднюю величину коэффициента для станкозаводов 0,5—0,7.

завода шлифовальных станков и завода «Красный пролетарий» (табл. 11).

Изготовление оснастки. Если к моменту составления плана уже имеется перечень инструментов, подлежащих изготовлению, то объем работ определяется на основании этого перечня. В противном случае он устанавливается, как и выше, приближенно, по коэффициенту оснастки. Самый расчет производится по нормативным таблицам, в которых указывается трудоемкость изготовления инструментов различных категорий и наименований. В необходимых случаях группа инструментов может быть дополнительно разбита по степени сложности (например трудоемкость изготовления сложного приспособления — 100 час., среднего — 50 час., простого — 25 час.).

Для облегчения расчетов загрузки оборудования инструментального цеха полученная итоговая трудоемкость может быть подразделена по видам работ (кузнечные, токарные, строгальные и т. п.).

• Таблица 12

№ п/п.	Наименование инструментов и приспособлений	Размер партии в шт.	Продолжительность в мес.		
			Подготовка (технология, нормирование и заготовка)	Изготовление	Общий цикл
Приспособления					
1	Сложные	1	1	2	3
2	Средней сложности	1	1	1 1/2	2 1/2
3	Мелкие своей заготовки	1	3/4	1	1 3/4
4	Штампы	1—2	3/4	1	1 3/4
5	Патрон токарный	1—10	1	1	2
6	Оправки, буксы и т. д.	2—5	1 1/2	1	1 1/2
Специнструмент					
1	Комплект инструментов для расточки	1—3	1	2	3
2	Фрезерные головки	2—5	1 1/2	1 1/2	2
3	Фрезы червячные	2—5	3/4	1 1/4	2
4	— прочие	2—25	1 1/2	1	1 1/2
5	Сверла спиральные и перовые	5—20	3/4	3/4	1 1/2
6	Развертки	5—10	3/4	3/4	1 1/2
7	Зенкера	5—10	3/4	3/4	1 1/2
8	Метчики и плашки	10—50	1 1/2	3/4	1 1/4
9	Резцы	5—30	3/4	3/4	1 1/2
10	Калибры конусные и резьбовые	2—5	1 1/2	1	1 1/2
11	Оправки и державки	2—5	1 1/2	1	1 1/2
12	Шаблоны и скобы	2—3	1 1/2	3/4	1 1/4

Для установления сроков изготовления инструмента недостаточно знать только объем работ, ибо производственный цикл в этом случае определяется также и рядом других организационно-технических факторов. Нужно еще иметь данные о средней длительности цикла изготовления для инструментов разных наименований. Образец такой нормативной таблицы циклов, применяемой на заводе им. Орджоникидзе, приводится (в выдержках) ниже (табл. 12).

В заключение необходимо еще раз подчеркнуть, что качество расчетов объема работ целиком зависит от правильности нормативов, положенных в основу. Поэтому одной из важнейших задач для обеспечения достаточно надежного и реального планирования сроков подготовки производства является систематическая работа по установлению и дальнейшему уточнению нормативов.

Сверстка планов технической подготовки и контроль их выполнения

Планы подготовки отдельных изделий должны быть согласованы между собой в отношении объема и сроков выполнения и сверстаны в сводный план подготовки производства. Этот последний должен в свою очередь состояться в двух разрезах: а) сводные планы отделов, участвующих в подготовке производства, б) сводный график подготовки и освоения новых изделий по заводу.

Помимо этого должны быть разработаны заявки на услуги других цехов и отделов по подготовке производства (инструментальный и модельный цехи, отдел главного механика, цехи основного производства, заводские лаборатории), а также составлен план работ экспериментального цеха. Сводный план работы каждого отдела представляет собой своего рода производственную программу этого отдела. Он вводит работу отдела в плановое русло, обеспечивает комплектность работ по подготовке производства, равномерную загрузку исполнителей и правильное использование пропускной способности отдела. Сводный план включает не только работы по подготовке новых изделий, но и текущую работу по улучшению и модернизации изделий, находящихся в производстве, а также ряд прочих, важнейшими из которых являются: текущее обслуживание уже освоенных изделий, экспериментальные работы, не связанные с каким-либо определенным изделием, работы по конструктивной нормализации и по тизации технологических процессов и пр. Сводный план оформляется в виде сводного календарного графика и таблицы объема работ (по изделиям и видам), которая содержит все необходимые материалы для расчета затрат отдела, а также фонда заработной платы. На основании этой таблицы составляется смета отдела. Сводный календарный график дает наглядное изображение рас-

пределения работы отдела по отдельным изделиям и периодам года.

Чтобы установить, насколько равномерно распределена загрузка отдела по отдельным периодам года, целесообразно составлять вспомогательную таблицу, в которой указываются загрузка основных категорий работников по месяцам (в человеко-часах) и пропускная способность отдела (в тех же единицах). Такой объемный расчет, аналогичный расчетам загрузки и пропускной способности производственных цехов, позволяет выявить «узкие» и «широкие» места по отдельным периодам года. К сожалению, эти расчеты, как правило, редко производятся на заводах, в результате чего конструкторский или технологический отдел может неожиданно оказаться в затруднительном положении — в том или ином месяце будет не в состоянии выполнить закрепленный за ним объем работ.

При обнаруженной в процессе объемного расчета неравномерности загрузки персонала отделов по месяцам надлежит скорректировать график подготовки отдельных изделий. Это корректировка может быть произведена:

а) путем передвигки работ на другие календарные сроки (разумеется, при соблюдении директивного срока окончания работ);

б) путем маневрирования фронтом работы, т. е. количеством работников, одновременно занятых на подготовке каждого данного изделия.

Для заполнения «широких» мест в плане может быть предусмотрен известный резерв за счет работ по подготовке новых машин, выпуск которых намечается на следующий год. Работа над изделиями, оставляющими задел завода, должна определяться характером и перспективами дальнейшего развития последнего.

Разработанные планы после их сверстки и корректировки утверждаются главным инженером и в этом виде уже приобретают строго обязательный характер.

Органы технической подготовки на основе годовых планов-графиков должны составлять оперативные графики выполнения работ на каждый месяц.

Подобные графики представляют собой детализацию годовых планов, и их следует составлять более подробно, с указанием конкретных исполнителей по отдельным элементам подготовки, с обязательным соблюдением принципа перекрывания отдельных видов работ во времени.

Графическая форма планирования отдельных этапов технической подготовки производства позволит использовать планы-графики также и для контроля выполнения работ. Для этой цели на графиках параллельно плановым наносятся линии, отражающие фактический ход выполнения работ, и тут же отмечаются при-

чины отставаний или резких опережений фактических данных по сравнению с планом.

Наряду с контролем сроков необходимо осуществлять текущий оперативный учет фактической трудоемкости технической подготовки производства по отдельным ее этапам, объектам и исполнителям. Такого рода учет совершенно необходим не столько для проверки загрузки исполнителей, сколько для выявления, сбора и систематизации сведений, которые могут послужить базой для последующего уточнения и разработки расчетно-нормативных материалов, характеризующих действительную трудоемкость различных подготовительных работ по разным объектам производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамович Н. М., Организация и методы подготовки производства на машиностроительных заводах, изд. ВНИТОМАШ, 1938 г.
2. Балажшин Б. С., Влияние конструкции на цикл освоения и трудоемкость машин. Сб. трудов Харьковского института усовершенствования инженеров, изд. 1940 г.
3. Балажшин Б. С. Размерные цепи и компенсаторы, изд. ОНТИ, 1934 г.
4. Балажшин Б. С., Основные направления разработки технологических процессов, «Станки и инструмент», № 8—9, 1937 г.
5. Белецкий С., Технологическое оформление деталей. «Машиностроитель», № 8, 1939 г.
6. Бейер Ю. В. и Беляев П. М., Анализ конструкции машин методом размерных цепей. «Общее машиностроение», № 2, 1941 г.
7. Голубков Д. Е., Организация наладки станков в поточной линии. «Организация труда», № 3, 1937 г.
8. Дегтярев И. Л., От опытного образца — к серии. «Машиностроитель», № 3, 1940 г.
9. Дегтярев И. Л., Опыт ускорения подготовки производства и освоения новых конструкций машин, изд. Каталогиздата НКМ, 1940 г.
10. Гокун В. Б., Конструктивная нормализация в машиностроении. «Вестник металлопромышленности», № 4—5, 1940 г.
11. Гокун В. Б., Вопросы ускорения освоения. «Организация управления», № 6, 1938 г.
12. Иоффе В. М., Технологические нормы механической обработки элементарных поверхностей. ОНТИ. 1938 г.
13. Кауфман Л. М., Методика проектирования типовых технологических процессов. Сб. «Типизация как основа рационализации и повышения технологических процессов», изд. ХИПК ИТР, 1940 г.
14. Коган Я. С., Технологическое проектирование на Харьковском станкостроительном заводе им. Молотова. Сб. трудов ХИПК ИТР, изд. МашГИЗ, 1940 г.
15. Крогнус Р. Б. и Л. И. Рёхлин, Организационно-техническое оснащение поточной линии. «Организация труда», № 3, 1937 г.
16. Крогнус Р. Б., Организация обслуживания поточной линии инструментом. «Организация труда», № 3, 1937 г.
17. Немов Н., Технологическая дисциплина — неизбывный закон производства, «Большевик», № 6, 1941 г.

18. «Поток» — сборник под редакцией Г. М. Попова.
 19. Пушкин В. С., Ускоренные методы изготовления чертежей. Оборониздат. 1940 г.
 20. Рубин З. А., Проблема типизации в технической подготовке производства.
 21. Сатель Э. А., Типизация технологических процессов на новом этапе. «Вестник металлопромышленности», № 8—9, 1940 г.
 22. Соболев И., Конструктор должен прислушиваться к голосу технолога. «Машиностроение», № 8, 1939 г.
 23. Соколовский А. П., Проблемы типизации технологических процессов, изд. ОНТИ, 1938 г.
 24. Соколовский А. П., Современное состояние и задачи типизации технологических процессов. «Вестник металлопромышленности», № 7, 1940 г.
 25. Спак А. Г., Техническое нормирование при типизации технологических процессов, Труды Харьковского инженерно-экономического института, т. 1, изд. ХИЭИ, 1940 г.
 26. Тидлес С. А., Основные вопросы методики типизации технологических процессов механической обработки. «Вестник металлопромышленности», № 8—9, 1940 г.
 27. Фаткин П. Ф., Организация технической подготовки при разных типах производства, изд. ВНИТОМАШ, 1938 г.
 28. Фиш, Качер, Болеславский. Основные вопросы технического нормирования, изд. ХЭМЗ, 1940 г.
 29. Щукарев С. А., Конструирование приспособлений при освоении машин. «Вестник металлопромышленности», № 2, 1943 г.
 30. Эрлих Л., Новое в проектировании машин. «Машиностроитель», № 3, 1940 г.
-

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Предисловие	3
Введение. Задачи технической подготовки производства в условиях Великой отечественной войны	5
Глава I. Техническая подготовка производства и пути ее ускорения	11
1. Основные этапы технической подготовки производства	13
2. Пути сокращения цикла технической подготовки	17
Глава II. Организация скоростной конструкторской подготовки	20
1. Этапы проектирования конструкций	20
2. Совмещение этапов проектирования	23
3. Обеспечение технологичности конструкций	27
4. Повышение качества и производительности труда конструкторов	46
Глава III. Организация скоростной технологической подготовки	52
1. Предварительное согласование технологических вопросов	55
2. Проверка технологического процесса при изготовлении и доводке опытного образца и пробной серии	61
3. Типизация технологических процессов	65
4. Вопросы скоростного проектирования и изготовления инструментальной оснастки	72
Глава IV. Организационно-техническая подготовка и внедрение поточного производства	81
1. Основные расчеты поточного производства	83
2. Пространственная планировка и транспортное оснащение производственного потока	85
3. Организационно-техническая наладка поточного производства	88
Глава V. Планирование технической подготовки производства	92

Основные этапы подготовки производства

Подготовка опытного образца		Подготовка к серийному производству		Наладка серийного производства	
1. Разработка технических заданий, схем и эскизов новой конструкции. Проверка и исправление чертежей, поступивших от заказчика	К	14. Внесение изменений в чертежи на основе изготовления и испытания опытных экземпляров	К	25. Наладка материальной оснастки	Т
2. Составление перечня конструктивных изменений и дополнений по сравнению со старой конструкцией	К	15. Разработка и выпуск серийных чертежей машины	К	26. Изготовление эталонного экземпляра и голодной серии	КТ
3. Составление плана испытаний и анализ, подтверждающих проведение в связи с новыми схемами, расчетами и применением новых материалов	К	16. Технологический контроль и анализ серийных чертежей	Т	27. Технологическая и конструктивная выверка изделий с точки зрения серийного производства	Т
4. Разработка конструктивных чертежей	К	17. Нормализационный контроль серийных чертежей	Т	28. Составление технологических протоколов на основании изготовления эталонных образцов и голодной серии	Т
5. Технологический и нормализационный анализ и контроль конструктивных чертежей	Т	18. Составление предварительной материальной спецификации	Т	29. Рассмотрение записей технологических протоколов и принятие решений по ним	КТ
6. Изготовление образцов и моделей для испытания и проведение испытаний	К	19. Разработка технологических процессов для серийного производства (сводная технология)	Т	30. Внесение изменений в чертежи, оснастку и технологию на основании технологических протоколов	КТ
7. Проектирование упрощенной технологии для изготовления опытного экземпляра	Т	20. Составление сводного плана технологической подготовки производства и материальной оснастки с разбивкой на очередность подготовки	О	31. Составление детального графика перестановки станков, установки нового оборудования, монтаж специальных механизмов (канвейеров, роллгангов, подъемных устройств, испытательных стендов и др.)	О
8. Проектирование оснастки для изготовления и испытания опытного экземпляра	Т	21. Составление плана наладки, освоения и разбегивания выпуска новой конструкции на полную мощность завода	О	32. Начало запуска и серийный выпуск новой конструкции	ОТ
9. Изготовление оснастки	Т	22. Расчет потребного оборудования и площадей, составление технического плана расстановки оборудования, механизмов, приспособлений и других средств производства и вспомогательных служб	Т		
10. Изготовление опытного экземпляра машины	КТ	23. Проектирование материальной оснастки	Т		
11. Технологический и конструктивный анализ опытного экземпляра	КТ	24. Изготовление материальной оснастки	Т		
12. Проведение эксплуатационных испытаний изготовленного образца и составление протокола испытаний	К				
13. Разбор и анализ протокольных записей испытаний опытного образца	К				

К Конструкторская подготовка
Т Технологическая подготовка

КТ Конструкторско-технологическая подготовка
О Организационно-плановая подготовка

ОТ Организационно-техническая подготовка
 Этапы подготовки, заштрихованные одинаковыми линиями разрабатываются параллельно

График подготовки нового станка

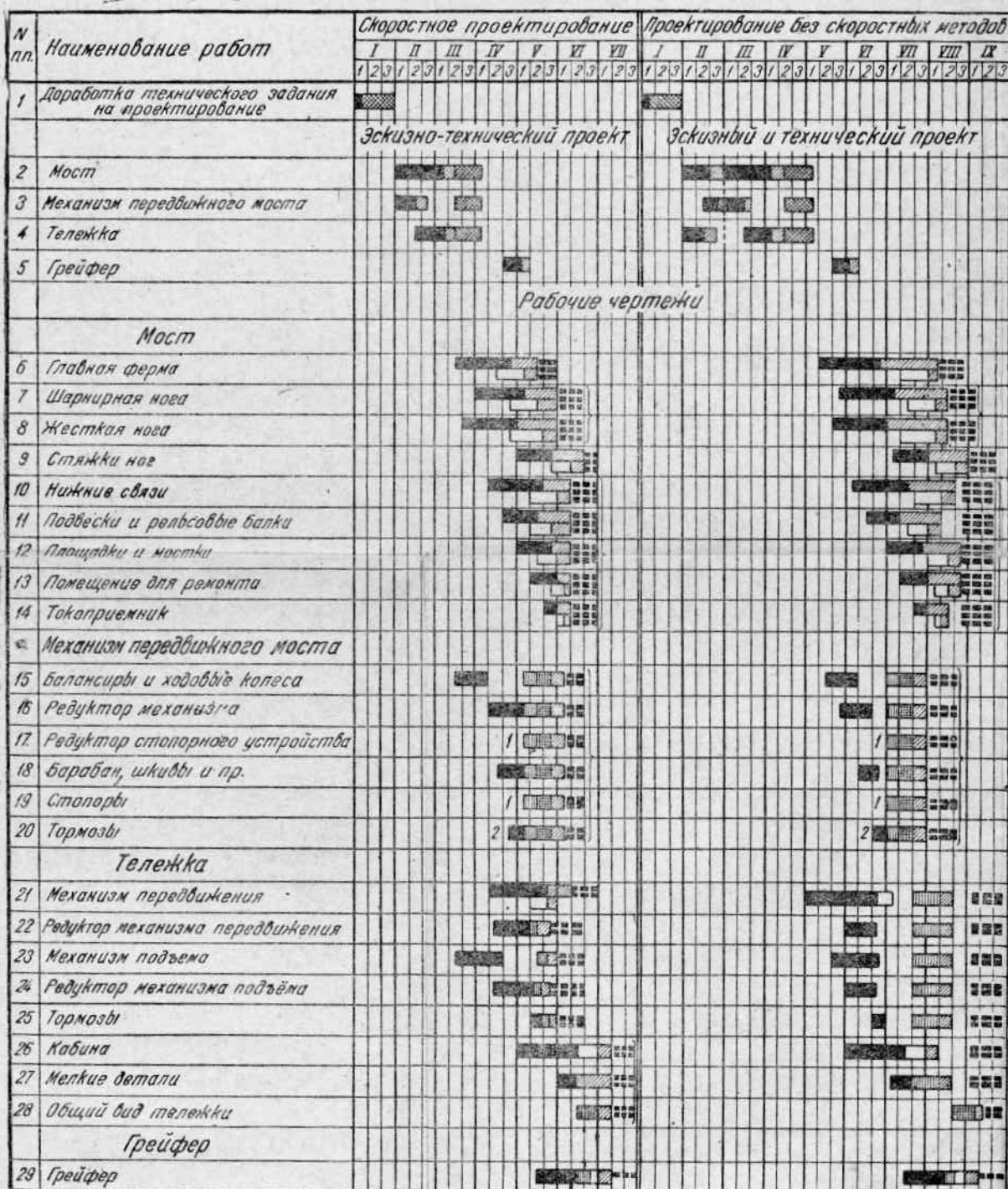
Токарно-винторезный станок с высотой центров 300 мм

N л.п.	Наименование работы	Исполни- тели	Объем работы	Месяцы года и декады месяца											
				I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
				1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3
1	Составление технического задания и проекта	Конструк- торский отдел	—												
2	Чертежи литых деталей		130												
3	Чертежи остальных деталей		420												
4	Сборочные чертежи		—												
5	Изготовление моделей	Моделный цех	130												
6	Составление маршрута технологии и выявление необходимых инструментов	Бюро технологии	—												
7	Проектирование приспособлений	Бюро проекти- рования при- способлений	30 прис- пособлен.												
8	Проектирование специаль- ного инструмента	Бюро проекти- рования при- способлений и инструм.	30 на- менодан.												
9	Изготовление приспособ- лений	Инструмен- тальный цех	30 прис- пособлен.												
10	Изготовление специального инструмента	Инструмен- тальный цех	30 на- менодан.												
11	Составление заявок на литые поковки и полуфабрикаты	Планово-произ- водств. отдел	—												
12	Отливка деталей	Литейный цех или отд. снабж.	—												
13	Обеспечение поковками и заготовками	Кузнечный и за- готовительн. цех	—												
14	Механическая обработка	Жестрим. цех или цех мелк. сер.	3 компл.												
15	Сборка и выпуск станков	Тоже	2 станка												
16	Испытание и сдача станков	Тоже	—												
17	Внесение исправлений в черте- жи нового станка	Конструкт. отдел	—												
18	Исправления и дублирование моделей	Моделный цех	—												
19	Составление технологических процессов	Бюро технологии	550 карт												
20	Нормирование технологических процессов	ТНБ	550 карт												
21	Проектирование приспособлений	Бюро проэк- тирования	1-й оч. 200 2-й оч. 150												
22	Проектирование специаль- ного инструмента	Бюро прис- пособлений и инструмента	1-й оч. 450 2-й оч. 300												
23	Составление альбомов применяемости и расхода нормальн. инструмента	Инструменталь- ное бюро	—												
24	Изготовление приспособлений	Инстру- ментальный цех	1-й оч. 200 2-й оч. 150												
25	Изготовление инструмента		1-й оч. 450 2-й оч. 300												
26	Отладка технологического процесса и оснастки на 1-й серии	Бюро вве- дения тех- нологии Механич. цех Сборочн. цех	30 компл. 30 станк.											1 серия	2 серия 3 серия 4 серия
27	Развертывание выпуска следующих серий	Механич. цех Сборочный цех	30 компл. 30 станк.											2 серия 3 серия 4 серия	

Фиг. 3.

График проектирования перегрузочного крана

(по месяцам и декадам)



Проектирование, рабочие чертежи
 Копировка, полнот. записки, расчет
 Согласование с заказчиком-электромонтажером

Эскизировка
 Проверка чертежей
 Общий вид

Впуск чертежей из бюро
 1 Из архива
 2 Частично из архива

Фиг. 4

НКТ
Главгормаш
завод им. Кирова
в. Горлобка

Валики
общего применения

41Н

1
Кол. листов

1
лист

Издание 2^я

Пример обозначения валика диаметром $d=10$; $L=40$

Валик 41Н10×45

мм

Диаметр валика $d \times 4$	6	8	10	12	14	16	18	20	25	30	35	40
Диам. головки D	10	12	14	18	20	22	24	26	32	40	45	52
Высота головки H	2	2.5	3	3	3.5	4	4.5	5	6	7	9	10
Фаска C	1	1	1	1	1	1	1	1	1.5	1.5	2	2
Фаска C_1	1	1	1	1	1	1.5	1.5	1.5	1.5	2	2	2
Радиус закр. r	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1	1	1	1.5	1.5
Диам. отверстия	2	2	2	2	2	2.5	2.5	3	4	4	5	5
Р наим.	3	4	5	6	6	7	7	8	8	9	10	11
Шплицы раздод. ГОСТ 150	2×12	2×12	2×15	2×20	2×20	2.5×25	2.5×30	3×30	4×35	4×40	5×45	5×50
Длина L	Вес 100 шт. в кг											
20	0.557											
25	0.667	1.201										
30	0.777	1.307	2.048									
35	0.887	1.593	2.331	3.701								
40	0.997	1.790	2.613	4.145	5.660							
45		1.985	2.896	4.588	6.260	8.293						
50		2.182	3.179	5.032	6.851	9.082	11.563					
55			3.461	5.475	7.461	9.870	12.660	15.636				
60			3.744	5.919	8.062	10.569	13.557	16.869				
65				6.362	8.662	11.448	14.534	18.101	26.847			
70				6.806	9.269	12.237	15.651	19.334	28.521			
75					9.863	13.026	16.548	20.566	30.395			
80					10.404	13.815	17.545	21.799	32.169	51.236		
85						14.604	18.542	23.031	33.943	54.007		
90						15.393	19.539	24.264	35.717	56.778	83.083	
95							20.530	25.496	37.491	59.549	87.085	
100							21.533	26.729	38.266	62.321	91.067	129.94
110								29.193	42.814	67.963	99.050	140.82
120								31.658	46.368	73.405	107.030	151.69
130									49.910	78.947	115.010	162.56
140									458	84.480	123.00	173.43
150										80.091	130.58	184.30
160											138.96	195.18
170											146.95	205.06
180												216.92
190												227.79
200												238.67
210												
220												
230												
240												
250												

1. Материал сталь марки ст. 5 нор. ГОСТ/НКТЛ 2897
2. При исчислении веса, удельный вес принят 7.85
3. Длины валиков „L” (до 50 мм) рекомендуется брать в пределах. Жирных линий, если невозможно применять длины через 5 мм тогда следует их брать с окончанием 2 и 8 (напр. 22, 32, 38)
4. Расстояние до центра отверстия для шплица $L_1 = L + \text{зазор} + \frac{d_1}{2}$ или с шайбой $L_1 = L + \text{зазор} + S + \frac{d_1}{2}$; L_1 не нормируется и определяется по месту из суммы размеров $L + P$ полученный размер округляют за счет увеличения P

Составил

Нач. БНС

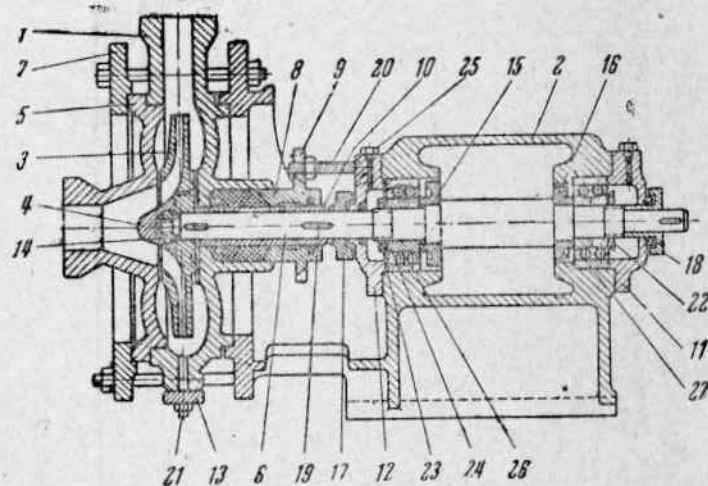
Гл. инженер

Обязателен

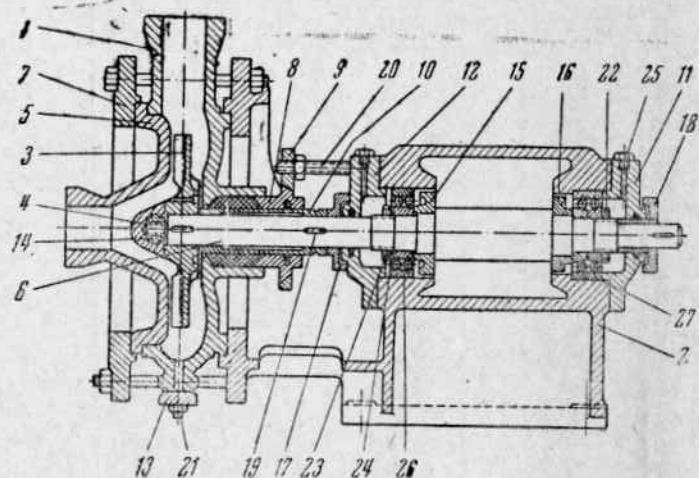
Завод „Большевик“
Группа турбомашин

Центробежные кислотоупорные насосы

Тип КНЗ



Тип КНО



Сводная таблица применяемости основных деталей

Типо-размеры насосов			КНЗ-5/23	КНО-5/23	КНЗ-5/25	КНО-5/25	КНЗ-6/27	КНО-6/27	КНЗ-6/30	КНО-6/30	КНЗ-8/32	КНО-8/32	КНЗ-8/35	КНО-8/35
№ общего вида			51570	50595	50568	50556	51995	51998	51989	51997	51587	51591	51584	51572
№ поз.	Ожидаемая характеристика	Q л/мин. Нм/м жидк. ст.	550—270	600—300	900—450	1000—500	1350—730	1500—800						
			12—15	15—17,5	18—21	22—26	25—29	30—35						
1	Корпус		50557		51990		51573							
2	Станина		50558		51991		51574							
7	Зажимной фланец		50563		51994		51579							
3	Лопастное колесо		51571	50567	51569	50559	51996	52002	51991	53899	51588	51582	51585	51575
5	Всасывающий штуцер		52000	50566	52000	50561	51993	52002	51998	51999	51586	51583	51588	51577
4,14	Колпак-гайка		50560/4,14		51576/4,14									
6	Вал		50562		51578									
8	Сальник		50560/8		51576/8									
9	Фланец сальника		50564/9		51580/9									
10	Втулка		50560/10		51576/10									
11	Крышка задняя		50564/11		51580/11									
12	„ передняя		50564/12		51580/12									
13	Заглушка		50560/13		51576/13									
15,16	Маслоотражатели		50564/15,16		51580/15,16									
17	Отбойное кольцо		50564/17		51580/17									
18	Защитное „		50564/18		51580/18									
19	Шпонка		50560/19		51576/19									
20	Шпилька		50560/20		51576/20									
21	Болт		50560/21		51576/21									
22	Гайка		50560/22		51576/22									
23	„ левая		50560/23		51576/23									
24	Стопорная шайба		50560/24		51576/24									

Фиг. 10.

Объёмно-календарный план-график

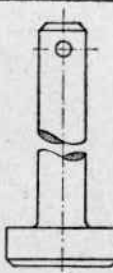
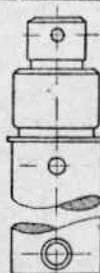
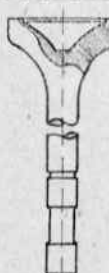
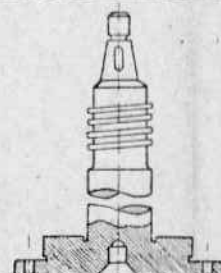
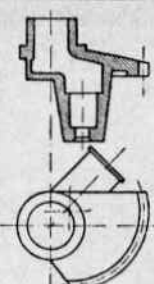
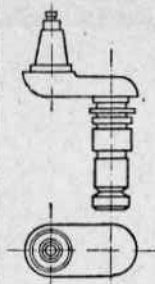
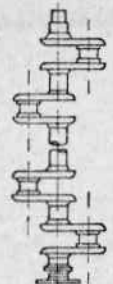
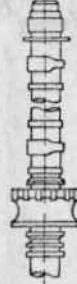
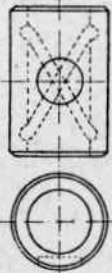
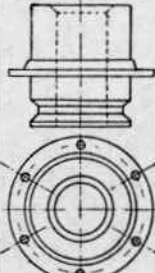
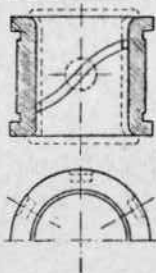
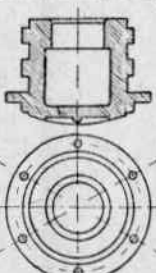
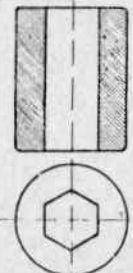
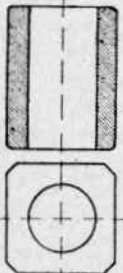
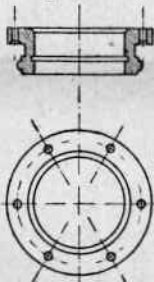
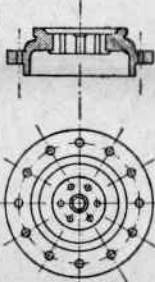
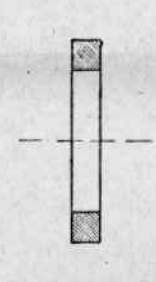
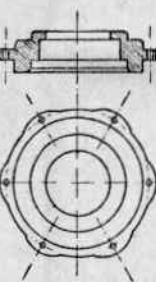
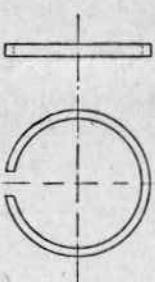
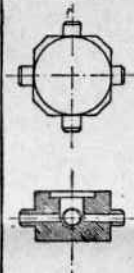
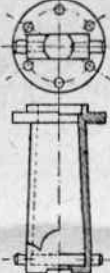
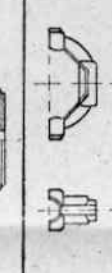
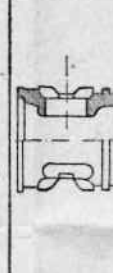
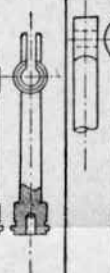
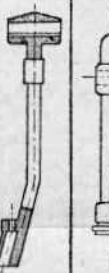
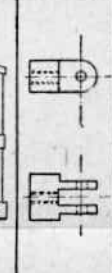
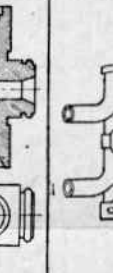
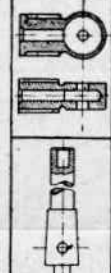
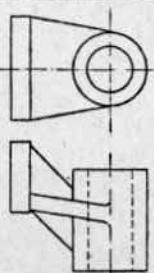
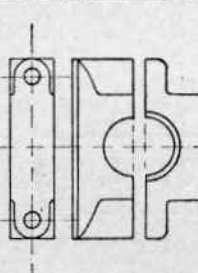
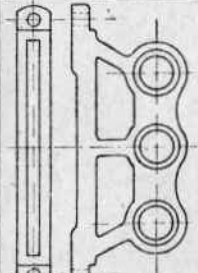
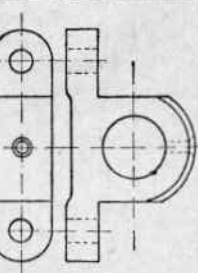
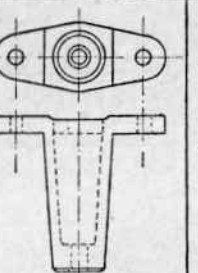
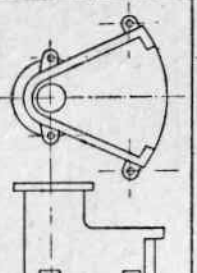
Технической подготовки производства изделия

(наименование машины)

№ п.п.	Элементы подготовки	Объём работы		Исполнители	Сроки (начало и конец работы)																							
		в единицах	в часах		1941 г.												1942 г.											
					Январь	Февр.	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентяб.	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февр.	Март	Апрель	Май	Июнь						
					1/23	1/23	1/23	1/23	1/23	1/23	1/23	1/23	1/23	1/23	1/23	1/23	1/23	1/23	1/23	1/23	1/23	1/23	1/23	1/23	1/23	1/23	1/23	1/23
1	Проектно-конструкторские работы	1500	17000	ПКО	план																							
					вып.																							
2	Технологический контроль чертежей		1500	ОТП	план																							
					вып.																							
3	Изготовление моделей	100	2100	Мод. ц.	план																							
					вып.																							
4	Разработка технологии для опытного образца	3000	6000	ОТП	план																							
					вып.																							
5	Проектирование инструментов и приспособлений	150	3500	ОТП	план																							
					вып.																							
6	Изготовление приспособлений и инструментов	250	5000	Инструмент. ц.	план																							
					вып.																							
7	Составление заявок на получение со стороны поковок, литья и полуфабрикатов	—	—	ППО	план																							
					вып.																							
8	Отливка деталей	480	5600	Литейный цех	план																							
					вып.																							
9	Изготовление деталей и поковок	2100	1000	Кузн. цех	план																							
					вып.																							
10	Обработка деталей для опытного образца	5000	15000	Экспер. и мех. цехи	план																							
					вып.																							
11	Изготовление (сборка) опытного образца	—	6000	Экспер. цех	план																							
					вып.																							
12	Испытание опытной машины и проведение контрольных сборок	—	—	Экспер. цех	план																							
					вып.																							
13	Внесение изменений в чертежи и выпуск их в серийное производство	—	3000	ПКО	план																							
					вып.																							
14	Технологический контроль серийных чертежей	—	300	ОТП	план																							
					вып.																							
15	Разработка технологических процессов	5000	15600	ОТП	план																							
					вып.																							
16	Проектирование оснастки	1 ^я оч.	600	ОТП	план																							
		2 ^я оч.	800		вып.																							
17	Изготовление оснастки	1 ^я оч.	700	Инструмент. ц., кузн., литейный	план																							
		2 ^я оч.	820		вып.																							
18	Изготовление опытной серии и проверка технологического проц. и оснаст.	—	—	Произв. цехи	план																							
					вып.																							
19	Развертывание пр-ва на полную мощность	—	—	Произв. цехи	план																							
					вып.																							

Фиг. 29.

Классификатор специальных прист

Название группы					
Обозначение группы					
Класс - 9					
965					
0	1	2	3	4	5
Пр-ния для токар-ной обработки и круглой шлифовки Валы, характеризируются наличием общей гильды, дета-ли к наружному диаметру ≥ 3 .	Пр-ния для токар-ной обработки и круглой шлифовки Эксцентрики, детали характеризируются наличием осевой смещенности, осей отклоняются друг друга и параллель-ны.	Пр-ния для токар-ной обработки и круглой шлифовки Втулки, характеризируются наличием центрального отверс-тия (круглого или многоугольного) с концентричной поверх-ностью (круглой или многоугольной) с отношением $\frac{D}{d} = 0,25 - 3$	Пр-ния для токар-ной обработки и круглой шлифовки Диски, кольца, обо-ды, фланцы, крыш-ки, характеризируют-ся отношением на-ружного диаметра к толщине $\leq 2,5$	Пр-ния для токар-ной обработки и круглой шлифовки Крестовины, вилки кардана, ободины, кар-дана, подшипники, наконеч-ники тяг, сервы и т.п. детали и тому под-обные детали характеризируются наличием передельных поверхностей (наружных или внут-ренних).	Пр-ния для токар-ной обработки и круглой шлифовки Стойки, кронштейны, э-краны, пелли, уголки, ра-мы, швеллеры и тому под-обные детали. характеризируются наличием базовой плоскости и отбес-тчи, расположенных под произвольным углом
    	   	       	        	           	     

Ш и л о в ы е
г е т а л и.

965

При-на для токарной обработки на вертикальных и горизонтальных станках и круглой шлифовки.

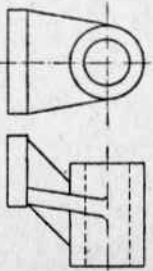
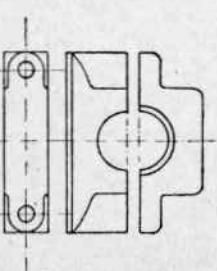
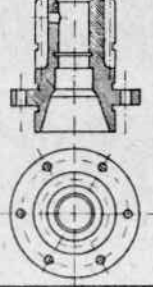
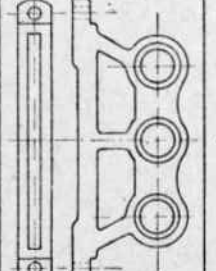
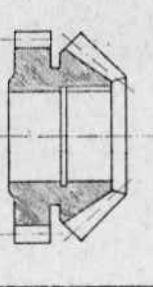
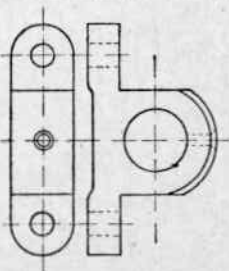
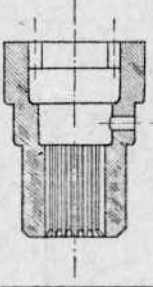
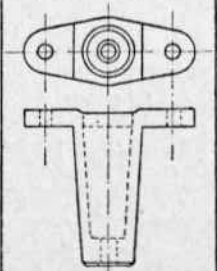
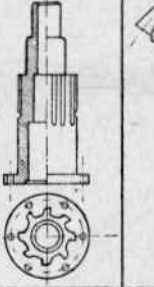
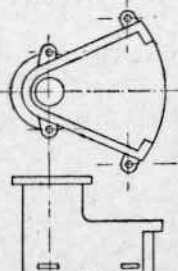
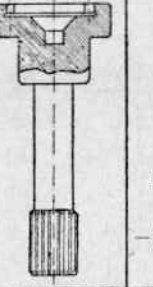
типовые детали.

Д02002-06

Вс. лист 5 Лист 3.

х приспособлений.

Сектор - 6

5	6	7	8	9
9655	9656	9657	9658	9659
Пр-ние для токар- ной обработки и круглой шлифовки стоек-кронштейнов. Стелки, кронштейны, опоры, пелли, уголки, ки, швеллеры и т.п. порядные детали, характеризуются наличием базовой и плоскости и одност- ной, расположенных под произвольным углом	Пр-ние для токарной обработки и круглой шлифовки зубчатых колес и зубчатых валов. Зубчатые колеса ха- рактеризуются наличи- ем зубцов на внутрен- них или наружных поверхностях вращения при отношении $\frac{d}{D} < 2$. Зубчатые валы харак- теризуются наличием зубцов на наружной или внутренней поверхности вращения при отношении $\frac{d}{D} > 2$	Пр-ние для токар- ной обработки и круглой шлифовки прочих деталей.		
				
				
				
				
				
				

и.

[illegible]

Тип турбины.	Н а и м е н о в а н и е																			К о л е с а и ш и з л о б																	
	Клапан. коротка	ЦВД верхняя и нижн. половина	ЦСД верхняя и нижн. половина	Патрубок №1 вер- х и нижн. половина	Патрубок №2 вер- х и нижн. половина	Передний ступ.	Задний ступ.	Уплотн. ВЛ	Уплотн. НД	Клапаны оборота пара.	Клапаны оборота №1	Клапаны оборота №2	Результат срабатыва- ния предо- стопной системы	Вал №1	Вал №2																			№			
																1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		19		
АП-1,5	○	○	○	○	—	○	○	○	○	○	○	—	○	○	—	○	○	○	○	○	○	○	○	○	—	—	—	—	—	○	○	○					
АТ-1,5	○	○	○	○	—	○	○	○	○	○	—	○	○	○	—	○	○	○	○	○	○	○	—	—	—	—	—	○	○	○	○	○					
АК-1,5	○	○	○	○	—	○	○	○	○	○	—	—	○	○	—	○	○	○	○	○	○	○	○	—	—	—	○	—	○	○	○	○					
АР-1,5	○	○	—	—	○	○	○	○	○	○	—	—	○	—	○	○	○	○	○	○	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—					
АП-2,5	○	○	○	○	—	○	○	○	○	○	—	○	○	○	—	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	—	—	—	—	—					
АТ-2,5	○	○	○	○	—	○	○	○	○	○	—	○	○	○	—	○	○	○	○	○	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—					
АК-2,5	○	○	○	○	—	○	○	○	○	○	—	—	○	○	—	○	○	○	○	○	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—					
АР-2,5	○	○	—	—	○	○	○	○	○	○	—	—	○	—	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	—	—	—	—	—					
АКВ-1,5	○	●	—	○	○	○	○	○	○	○	—	—	○	●	—	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	—	—	—	—	—					

II серия (n=6000 $\frac{об}{мин}$)

Тип турбин.	Н а и м е н о в а н и е																г е т а л ь и у з л о в																№																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	Клапан каретка	ЦВД верхняя и нижняя половина	ЦСД верхняя и нижняя половина	Патрубок №1 верх и нижняя половина	Патрубок №2 верх и нижняя половина	Передний ступ. подшип.	Задний ступ. подшип.	Уплотн. ВД	Уплотн. НД	Клапан свежего пара.	Клапан отбора №1	Клапан отбора №2	Регулятор скорости безотказн. и аварийн. защита	Регулятор и соедин. муфты	Вал №1	Вал №2	К о л е с а и г и а ф р а г м е н т																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
																	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				

III серия

I Тип турбин.	Н а и м е н о в а н и е																г е т а л ь и у з л о в																№																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
	Клапан каретка	ЦВД верхняя и нижн. половина	ЦСД верхняя и нижн. половина	Патрубок №1 верх и нижн. половина	Патрубок №2 верх и нижн. половина	Передний ступ. подшип.	Задний ступ. подшип.	Уплотн. ВД	Уплотн. НД	Клапан сброса пара	Клапан отбора №1	Клапан отбора №2	Регулятор скорости и соедин. муфты	Регулятор и соедин. муфты	Вал №1	Вал №2	К о л е с а и г и а ф р а г м е н т																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
																	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							

Условные обозначения:

○ используются литве и поковки

○ используются целиком детали и узлы

РАБОТЫ ПОТО

DATA TAP

ОПЕРАЦИИ		1 ^{ая} СМЕНА		2 ^{ая} СМЕНА	
№	ОПЕРАЦИИ	Час	Мин	Час	Мин
1	Тонирование	4	11		
2	Тонирование	4	11		
3	Фрезерование	4	12		
4	Фрезерование	4	21		
5	Фрезерование	3	11		
6	Снятие	2	11		
7	Фрезерование	4	15		
8	Фрезерование	4	14		
9	Снятие	2	30		
10	Фрезерование	3	20		
11	Снятие	2	11		
12	Фрезерование	3	10		
13	Снятие	2	2		
14	Фрезерование	3	10		
15	Снятие	2	11		
16	Фрезерование	4	10		
17	Снятие	2	4		
18	Фрезерование	4	19		
19	Фрезерование	4	19		
20	Снятие	2	6		
21	Фрезерование	4	13		
22	Фрезерование	3	20		
23	Фрезерование	4	11		
24	Снятие	2	10		

МА РАБОТЫ ПОТОЧНЫХ ЛИНИЙ 5-В и 5-З

ДЕРЖАНИЕ ТЕРАЦИИ				РАБОТА СТАНКОВ		Динамика оборотных заделов	
материал терации	4	11		1 ^{ая} СМЕНА	2 ^{ая} СМЕНА	1 ^{ая} СМЕНА	2 ^{ая} СМЕНА
материал терации	4	11	1				
материал терации	4	11	1				
материал терации	4	12	1				
материал терации	4	21	1				
материал терации	3	11	1				
материал терации	2	11	1				
материал терации	4	15	1				
материал терации	4	14	1				
материал терации	2	30	2				
материал терации	3	20	1				
материал терации	2	11	1				
материал терации	3	10	1				
материал терации	2	2	1				
материал терации	3	10	1				
материал терации	2	11	1				
материал терации	4	10	1				
материал терации	2	4	1				
материал терации	4	19	1				
материал терации	4	19	1				
материал терации	2	6	1				
материал терации	4	13	1				
материал терации	3	20	1				
материал терации	4	11	1				
материал терации	2	10	1				

Классификатор структуры потоков

Структура потоков		Средства межоперационного транспорта		Системы учета					
Одна операция на участке		Напольный конвейер (ленточный или цепной), в обоих случаях транспортировка осуществляется в мерной мере		Жетонно сопроводительн. (паштучная)	Жетонно сопроводительн. (в сборках)	Жетонно контрольная	Паспортно сопроводительная	Рапортная	Бригадная (по результатам выпуска с потока)
Поток с одним рабочим местом на каждой операции									
Поток "одна нитка"									
Поток "сдвоенный"									
Поток "сдвоенный обратный"									
Поток "строенный"									
Поток "многократно возвратный"									
Поток на поворотных столах									

Примечание: Наличие знака "х" над кружками в графах "уделения" и "вид обработки" означает, что вид транспорта целесообразен только в сочетании; отмеченных знаками При сочетании с из марки кружками (без знака), наличие знака "х" над кружками в графе "вид обработки", не

“*อินทรีอินทรี*” อาจหมายถึง, จาก ข้อความข้างต้นว่า “อินทรีอินทรี” อาจหมายถึง “อินทรีอินทรี” และ “อินทรีอินทรี” อาจหมายถึง “อินทรีอินทรี”