

В.И. Пронякин

ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ И МЕТРОЛОГИЧНОСТЬ ПРОСТАНОВКИ РАЗМЕРОВ НА ЧЕРТЕЖАХ

Практическое пособие

ТЕХНОСФЕРА
Москва
2023

УДК 62-2;681.2; 658.512.26

ББК 30.4;34.42

П81

Рецензент

Кафедра «Теория механизмов и машин»

факультета «Робототехника и комплексная автоматизация»»

МГТУ им. Н.Э. Баумана

П81 Пронякин В.И.

Технологичность и метрологичность простановки размеров на чертежах.

Практическое пособие

Москва: ТЕХНОСФЕРА, 2023. – 276 с. ISBN 978-5-94836-646-3

В книге представлены основы конструирования в машиностроении и приборостроении в части обеспечения технологичности и метрологичности простановки размеров на чертежах.

Сформулированы основные правила простановки размеров при конструировании цилиндрических и призматических деталей. В практической части особое внимание уделено технологичности и метрологичности простановки размеров, системам простановки размеров линейных и криволинейных поверхностей, а также взаимосвязанных требований к выбору баз, назначению шероховатости и отклонений формы и расположения поверхностей деталей.

Представлен способ проверки наличия всех размеров на чертеже. Представлены исторические справки. В книге даны многочисленные примеры с объяснениями.

Книга предназначена студентам средних и высших учебных заведений по направлениям подготовки 15.00.00 «Машиностроение», 12.00.00 «Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии», 16.00.00 «Физико-технические науки и технологии», а также конструкторам, технологам, метрологам, преподавателям, специалистам, работающим с конструкторской документацией.

УДК 62-2;681.2; 658.512.26

ББК 30.4;34.42

© Пронякин В.И., 2023

© АО «РИЦ «ТЕХНОСФЕРА», оригинал-макет, оформление, 2023

ISBN 978-5-94836-646-3

ВВЕДЕНИЕ

Отработку конструкции изделия на технологичность проводят на всех стадиях разработки конструкторской документации, начиная с технического задания и до разработки рабочей документации для серийного или массового производства.

Отработка на технологичность конструкции изделия является триединой задачей:

- отработка конструкции для выполнения технического задания,
- отработка конструкции на технологичность для обеспечения минимальной трудоемкости изготовления изделия,
- отработка конструкции на метрологичность для обеспечения возможности применения средств измерений и минимальной трудоемкости контроля.

Это сложная задача, требующая участия значительного числа профессионалов разных направлений: технологов, метрологов, материаловедов, специалистов по лакокрасочным покрытиям, гальванике и др.

В связи с этим отработка конструкции должна выполняться непрерывно на всех этапах процесса разработки конструкции изделия с участием всех специалистов.

При проектировании должна быть обеспечена оценка соответствия продукции в процессе производства. Инструментом реализации этой оценки является метрологическое обеспечение на базе измерений, контроля и испытаний.

Следует отметить, что внедрение станков с числовым программным управлением и обрабатывающих центров дает возможность создавать любые конфигурации (особенно для призматических деталей). Аддитивные технологии позволяют получить детали какой угодно формы, и поэтому будет повышаться значимость простановки размеров с точки зрения их метрологичности, так как при возрастании трудоемкости изготовления детали будет увеличиваться трудоемкость контроля. Таким образом, при аддитивной технологии должна быть обеспечена метрологичная простановка размеров и задания шероховатости, формы и отклонения поверхностей, обеспечивающие контролепригодность конструкции. При простановке размеров надо учитывать читаемость чертежа и неизбежность выполнения измерений и контроля размеров, формы, расположения поверхностей и шероховатости. Также необходимо принимать во внимание наличие большого количества универсального оборудования. В связи с этим отработка конструкции детали на технологичность и метрологичность остается актуальной задачей, отражающей профессиональный уровень конструктора.

Существующие системы проектирования (Компас, AutoCad и др.), реализующие автоматизированное черчение для разработки конструкции, требуют:

- полного комплекса профессиональных знаний в проектировании конструкции устройства;
- знаний в обеспечении минимальной трудоемкости изготовления, то есть технологичности задания размеров и параметров;
- обеспечения контролепригодности (метрологичности), которая также определяется простановкой размеров и контролируемых параметров.

Основная задача отработки конструкции на технологичность заключается в повышении производительности труда при оптимальном снижении затрат, материалов, трудоемкости подготовки производства, технического обслуживания и ремонта, обеспечении прочих заданных требований к изделию с учетом его производства и эксплуатации.

Метрологическая экспертиза конструкторской документации проводится для оценки технических решений в части метрологического обеспечения (решений, касающихся измеряемых параметров, установления требований к точности измерений, применяемой терминологии, выбора методов и средств измерений, их метрологического обслуживания, и т. д.).

В настоящее время разрабатывать конструкцию и чертежи в университетах учат, но отработка конструкции на технологичность и метрологичность в части простановки размеров и параметров на чертежах по-прежнему остается проблемой.

В данном практическом пособии основное внимание уделено сложной задаче отработки конструкции деталей на технологичность и метрологичность в части простановки размеров, назначения шероховатости, отклонений формы и расположения поверхностей детали.

Простановка размеров на чертеже требует от конструктора:

- выбора конструкторских баз и сочетания их с технологическими базами;
- выбора допусков и параметров (шероховатость, форма и расположение поверхностей) с минимальной точностью, обеспечивающей работу изделия в условиях эксплуатации при минимальных затратах изготовления;
- технологичность простановки размеров с учетом особенностей оборудования, оснастки и применяемого инструмента;
- обеспечения требований к конструкторским и технологическим базам для установки деталей и сборочных единиц для обработки детали на оборудовании и контроля;
- простановки размеров, обеспечивающей минимальное накопление погрешностей изготовления и их влияние на сборку и эксплуатацию изделия;
- метрологичности простановки размеров, обеспечивающей минимальную трудоемкость метрологического обеспечения оценки соответствия продукции в производстве (измерение, контроль и испытания).

В монографии приведены материалы трудов преподавателей Московского высшего технического училища (МГТУ имени Н.Э. Баумана) 1925 и 1928 годов. Они написаны в период выбора и становления системы машиностроительного черчения.

Материал представлен музеем МГТУ имени Н.Э. Баумана.

Воен. Инж. Техн. Г. Апарин С 206 чертежами в тексте и отдельным альбомом с 84 чертежами. Г. Ковров. Пулеметный завод. Государственная типография Уисполком. 1925. с. 175.

В то время в Советском союзе использовались две системы машиностроительного черчения: немецкая и американская. В конечном счете была принята немецкая система. Проблемы, которые рассматривались в обучении студентов и работе инженеров, аналогичны сегодняшним. Это ярко отражено в предисловии к атласу условности машиностроительного черчения: «Практика обучения студентов ВТУЗов показала, что многие из учащихся умеют довольно прилично составлять чертежи, но совершенно не умеют разбираться даже в простейших чертежах, т.е. они «умеют писать, но не умеют читать». Наглядные материалы из трудов преподавателей МВТУ имени Н.Э. Баумана представлены в пособии по разделам. Следует отметить, что в 20-х годах прошлого века инженер-конструктор при создании конструкции давал также наставления по технологии, метрологии и материаловедению, и другим ее аспектам. В текст пособия включены профильные материалы по разработке конструкции и технологии изготовления изделий 20-х годов прошлого столетия.

В монографии большое количество рисунков. В подготовке графического материала выражаю особую благодарность сотруднику МГТУ имени Н.Э. Баумана Попкову Михаилу Николаевичу.

М. В. НОСОВ

Преподаватель Московского Высшего
Технического Училища

И. Ф. МАСЛОВ

Преподаватель Московского Высшего
Технического Училища и Тимирязевской
Сельско-Хозяйственной Академии

АТЛАС

УСЛОВНОСТИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ЧЕРЧЕНИЯ

НАГЛЯДНОЕ ПОСОБИЕ ПРИ
ИЗУЧЕНИИ, СОСТАВЛЕНИИ
И ЧТЕНИИ МАШИНОСТРОИ-
ТЕЛЬНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
МОСКОВСКОЕ НАУЧНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА „МАКИЗ“ 1928

Носов М.В., Маслов И.Ф. Атлас условности машиностроительного черчения. Наглядное пособие при изучении, составлении и чтении машиностроительных чертежей / Акционерное общество «Московское научное издательство. Москва. «Макиз», 1928, 87 с.

ОТ АВТОРОВ

В настоящей работе мы хотели дать в сжатом виде понятие о способах изображения машин и их деталей для различных целей, а главным образом для производства.

Приступая к работе, мы пересмотрели русскую и заграничную литературу по выполнению чертежей, а также большое количество чертежей с различных русских и иностранных заводов. Кроме того, нами был использован личный опыт как в области выполнения чертежей, так и в области методов преподавания машиностроительного черчения. (Между прочим, у одного из авторов настоящего труда имеется сорокалетняя практика преподавания и личного выполнения чертежей).

На основании всех этих данных и после проработки вопроса преподавания черчения был сделан подход к нашей работе по несколько другому методу, чем в остальных руководствах.

В основу метода легло положение, что в технике „чертеж заменяет слово“, и научиться чертить—значит «овладеть языком техники», поэтому мы и даем нашу работу в форме атласа чертежей и минимум объяснений в виде текста, памятуя, что кто хочет научиться чертить, тот должен научиться читать самый чертеж, а не текст к нему.

Этот атлас должен служить руководством при изучении машиностроительного черчения параллельно с практическим изучением черчения в форме личного выполнения чертежей.

Изучающие черчение найдут в атласе много мелких подробностей, которые, может быть, могут показаться на первый взгляд несущественными, но в действительности эти мелочи имеют большое практическое значение для ясного и безошибочного понимания чертежей.

Большую часть примеров мы даем в виде «правильного» и «неправильного» выполнения. Эти неправильности выполнения чертежей наблюдались нами в нашей педагогической практике, и задачей настоящего руководства является, между прочим, предупреждение подобных, часто встречающихся ошибок.

Возможно, что начинающему изучать практически машиностроительное черчение будет нелегко пользоваться этим руководством, но если он хочет быть техником в полном смысле слова, то он должен вникнуть во все чертежи атласа, вдуматься в каждую линию и точку чертежа, и это ему заменит многие страницы объяснений.

Практика обучения студентов ВТУЭ'ов показала, что многие из учащихся умеют довольно прилично составлять чертежи, но совершенно не умеют разбираться даже в простейших чертежах, т.е. они «умеют писать, но не умеют читать». Наша работа ставит целью научить читать чертеж и дать примеры правильного их выполнения.

Хотя черчение есть язык вполне интернациональный, но все-таки, многие вопросы в нем не совсем стандартизированы: различные страны и даже заводы одного государства выполняют чертежи в некоторых частях по-разному; поэтому мы старались охватить общие методы выполнения чертежей.

Особенно подробно нами разработан вопрос о с'емке крок, инструментах и приемах обмера деталей; говорить о важности этого отдела не приходится.

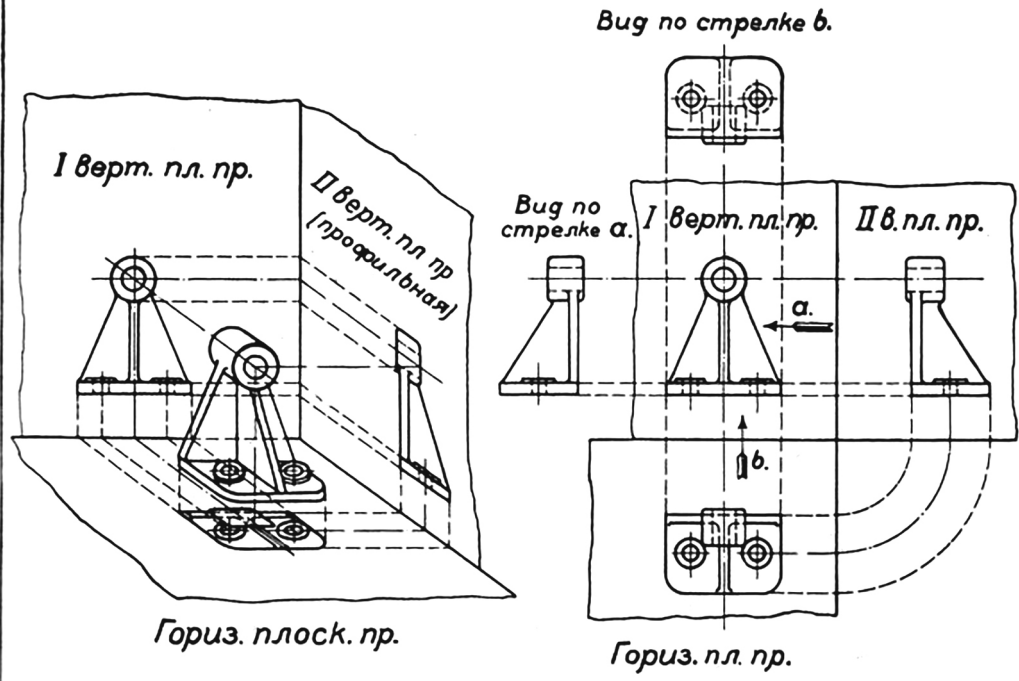
Давая нашей работе название: «Условности машиностроительного черчения», мы хотели показать, что черчение—эта самая важная и самая необходимая отрасль знания для всякого инженера и техника не есть какая-нибудь определенная или точно сформулированная научная дисциплина, а есть просто ряд методов, ряд условностей для изображения пространственных предметов на плоскости. С этими-то методами, в виде «условностей», авторы и хотели познакомить интересующихся лиц, и, если последние извлекут из этой работы пользу, то наша задача будет выполнена.

С благодарностью будут приняты всякие указания на недочеты в настоящей работе.

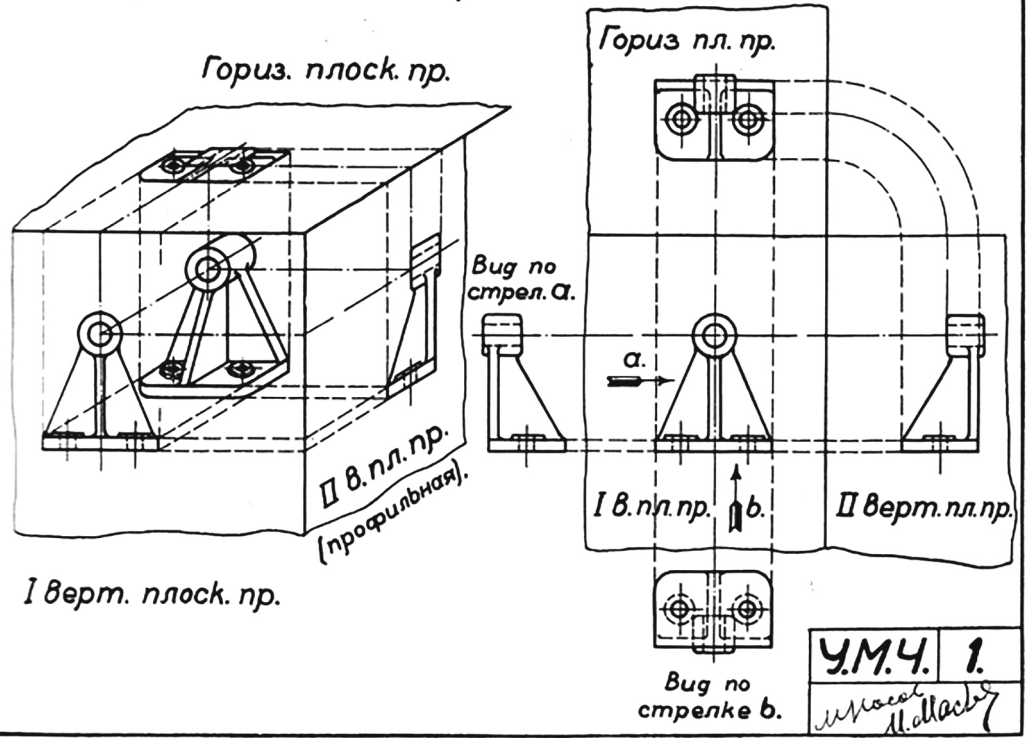
Авторы.

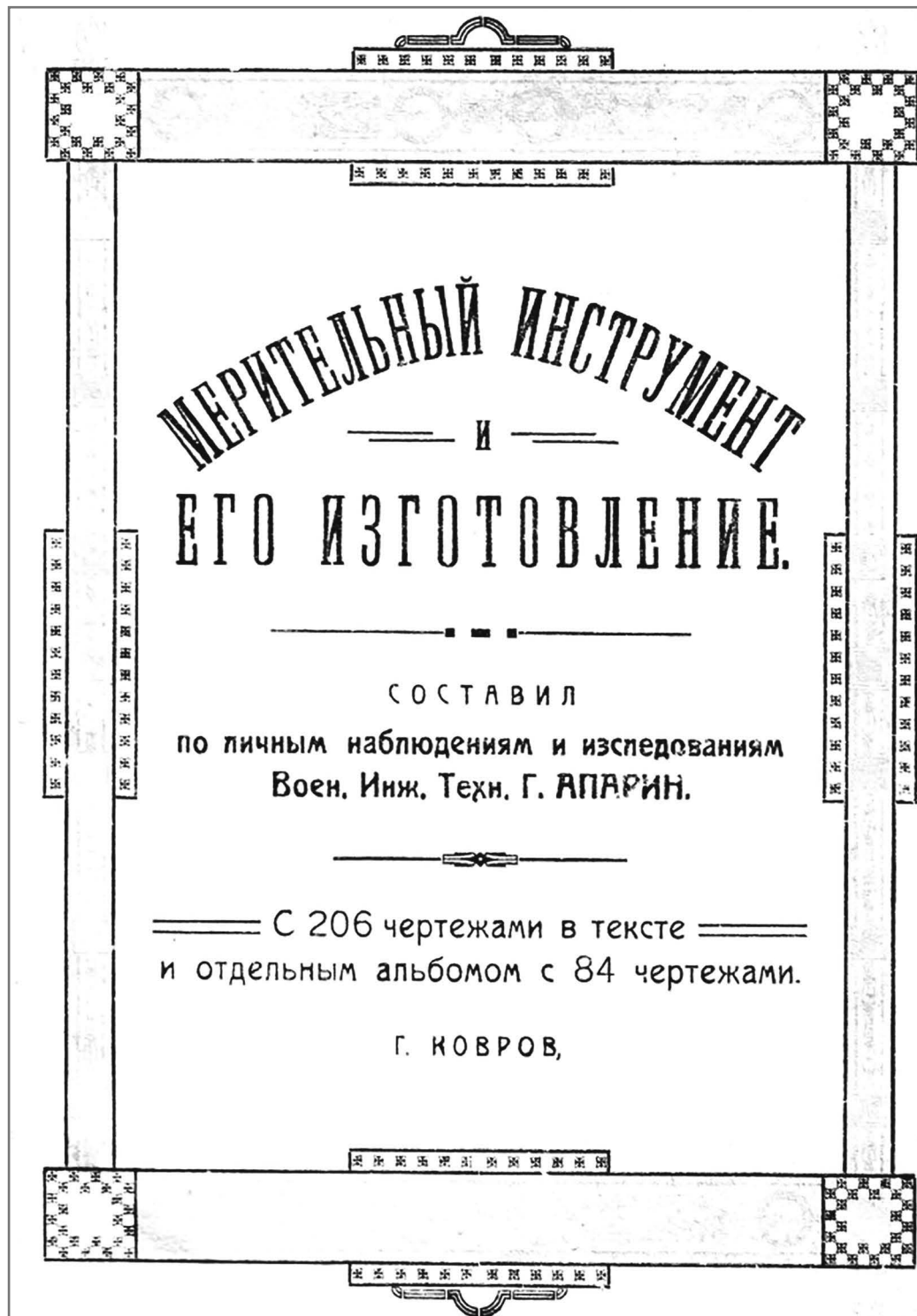
7 августа 1928 года
Москва

Немецкий способ расположения проекций, принятый в Европейских странах, кроме Голландии.



Американский способ расположения проекций, принятый в Америке и Голландии.





Апарин Г. Мерительный инструмент и его изготовление.
Составил по личным наблюдениям и исследованиям.

ГЛАВА I

ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ КОНСТРУКЦИИ

В данном разделе представлены этапы разработки конструкции изделия и соответствующие им этапы отработки изделия на технологичность и метрологической экспертизы.

Взаимосвязь конструкции изделия с технологией его производства обусловила одну из наиболее сложных задач: отработку конструкции изделия на технологичность и метрологичность.

Основная задача отработки конструкции на технологичность заключается в повышении производительности при оптимальном снижении затрат труда, средств, материалов, а также времени на проектирование, подготовку производства, изготовление, техническое обслуживание и ремонт.

Отработка конструкции изделия является триединой задачей, которая должна решаться в процессе разработки. Данная задача имеет следующие составные части:

- разработка и отработка конструкторской документации,
- отработка конструкции изделия на технологичность,
- отработка метрологичности конструкции, то есть обеспечение возможности и минимальной трудоемкости измерений и контроля в процессе изготовления, испытаний и эксплуатации изделия (контролепригодность).

Эти задачи выполняются на этапах разработки конструкции и подготовки производства:

- техническое задание,
- техническое предложение,
- эскизный проект,
- технический проект,
- рабочий проект,
- изготовление и испытания опытных образцов,
- серийное и массовое производство.

В соответствии со стадиями разработки выполняется отработка конструкции на технологичность и метрологичность. Как показала практика, для получения максимального результата отработку конструкции изделия на технологичность и метрологичность необходимо проводить в процессе разработки на всех стадиях создания конструкторской документации с участием технологов, метрологов и специалистов других профилей.

По данным технической литературы 50–70 % возникающих дефектов приборов, машин и механизмов связано с недостатками конструкции, 20–30 % – с технологическими процессами, недостаточным качеством сырья и материалов и 5–15 % – ошибки производственного персонала. В связи с этим стадия разработки является важнейшим этапом отработки изделия на технологичность.

Технологичность закладывается в конструкцию при назначении параметров деталей (материала, размеров, допусков, шероховатости и др.), формы и взаимного расположения поверхностей, их элементов, соответствующих возможностям применяемых технологий производства и контроля.

В технологической рациональности конструкции должны учитываться взаимосвязь трудовых и материальных затрат с требованиями технического задания, в том числе показателями функционального назначения, надежности и эргономичности (удобство при эксплуатации и ремонте и т. п.).

Для своевременной отработки конструкции на технологичность, сокращения сроков проектирования, а также для получения отправных данных для подготовки производства технолог должен участвовать в процессе создания конструкции изделия на всех стадиях проектирования, отчетливо представлять специфику каждой из стадий и специфику изделия как объекта эксплуатации. Это позволит полноценно вести отработку конструкции изделия на технологичность в процессе разработки конструкции.

Основная задача метрологической экспертизы конструкторской документации – это проверка наличия необходимых и достаточных для контроля размеров, параметров и требований, оценка их контролепригодности, а также анализ простановки размеров на чертежах с целью снижения трудоемкости измерительного контроля.

Метрологическая экспертиза конструкторской и технологической документации проводится в соответствии с ГОСТ 2.103 и ГОСТ 3.1102 на всех стадиях разработки.

Основные объекты анализа при метрологической экспертизе различных видов технических документов:

- технические задания (предложения), заявки (ТЗ).
- конструкторская документация (КД) (чертежи) и иная проектная документация,
- отчеты о научно-исследовательской работе, пояснительные записки к техническим (эскизным) проектам (НИР).
- протоколы испытаний (ПИ).
- технические условия, стандарты (ТУ).
- эксплуатационные и ремонтные документы (ЭД).
- программы и методики испытаний (МИ).
- технологические инструкции (регламенты) (ТИ).
- технологические карты (ТК).

Необходимо обеспечение метрологичности конструкции, реализующей возможность оценки соответствия продукции требованиям конструкторской документации и минимизацию трудоемкости контроля. Метрологическая экспертиза конструкторской и технологической документации реализуется анализом и оценкой технических решений и параметров, подлежащих измерению, установлению норм точности. Также необходимо метрологическое обеспечение процессов разработки, изготовления, испытания, эксплуатации и ремонта изделия. Основным результатом отработки конструкции изделия является минимизация затрат на метрологическое обеспечение оценки соответствия продукции в процессе разработки, производства и эксплуатации.

Таблица 1.1. Этапы отработки конструкции, технологичность и метрологическая экспертиза

Стадии разработки конструкторской документации	Основное содержание работ по разработке конструкции изделия	Основное содержание работ по обеспечению технологичности конструкции изделия	Метрологическая экспертиза
Техническое задание	<p>Определяется основное назначение, технические и тактико-технические характеристики, показатели качества и технико-экономические требования, предъявляемые к разрабатываемому изделию, выполнение необходимых стадий разработки конструкторской документации и ее состав, а также специальные требования к изделию.</p>	<p>На стадии технического задания определяются главные задачи и направления последующей отработки конструкции на качественную технологичность и выполняются следующие работы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определяются базовые показатели технических характеристик изделия, которые диктуются потребностями заказчика, и их сопоставление с данными аналогичных конструкций (отечественных и зарубежных), выявляется степень сложности проектируемого изделия; - выполняется подбор данных о технологичности аналогичных (в целом или по отдельным признакам) конструкций, анализ этих данных для определения требований к конструкции, заданной для проектирования; - выполняется анализ новейших достижений в области технологии, которые могут способствовать наилучшему решению конструкторских и технологических задач, возникающих при создании нового изделия; - определяются факторы технико-экономического и планового характера; - определяется состав базовых показателей технологичности конструкции изделия; - определяется методика расчета базовых показателей в зависимости от наличия и полноты статистических данных об аналогичных конструкциях и других данных, полученных в подготовительных работах; - производится расчет базовых показателей технологичности для занесения их в техническое задание. 	<p>На стадии технического задания выполняются следующие работы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оценка правильности использования единиц физических величин, допущенных к применению, применения терминов и определений, установленных стандартами; - оценка полноты и обоснованности задания требований к измеряемому (контролируемому) параметрам изделия и их допустимые отклонения - оценка обоснованности требований к точности определения параметров изделия, заданных в техническом задании; - оценка требований к методикам выполнения измерений и методам контроля; - оценка требований к контролепригодности изделия; - оценка полноты задания требований к метрологическому обеспечению испытаний изделия; - оценка обоснованности требований к показателям метрологического обеспечения; - оценка требований к измерительным системам, средствам измерений и контроля; - оценка требований к возможности поверки и ремонта измерительной системы, средств измерений и контроля изделия в условиях эксплуатации; - оценка необходимости разработки средств измерений с метрологическими характеристиками, приведенными в техническом задании.

Продолжение табл. 1.1

Стадии разработки конструкторской документации	Основное содержание работ по разработке конструкции изделия	Основное содержание работ по обеспечению технологичности конструкции изделия	Метрологическая экспертиза
Техническое предложение	<p>Совокупность конструкторских документов, которые должны содержать технические и технико-экономические обоснования целесообразности разработки.</p> <p>Выявление вариантов возможных решений, установление их особенностей (принципов действия, размещения функциональных составных частей и т. п.), их конструктивная проработка. Глубина такой проработки должна быть достаточной для сравнительной оценки рассматриваемых вариантов.</p> <p>Анализ аналогичных конструкций, имеющих в отечественной и зарубежной практике, и сравнение характеристик разрабатываемого изделия с характеристиками аналогов.</p> <p>Проверка вариантов на патентную чистоту и конкурентоспособность, оформление заявок на изобретения.</p> <p>Проверка соответствия вариантов требованиям техники безопасности и производственной санитарии.</p> <p>Сравнительная оценка рассматриваемых вариантов. Сравнение проводится по показателям качества изделия, например, надежности, экономическим, эстетическим, эргономическим. Сопоставление вариантов может проводиться также по показателям технологичности (ориентировочной удельной трудоемкости изготовления, ориентировочной удельной материалоемкости и др.), стандартизации и унификации.</p>	<p>Оценка вариантов конструктивных решений с позиций технологичности по следующим параметрам:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выявление схемы изделия имеющей лучшие предпосылки для рационального членения и компоновки конструкции; - оценка составных частей конструкции изделия для возможности использования стандартных или унифицированных деталей и сборочных единиц; - выявление составных частей конструктивной схемы, которые имеют предпосылки для применения в процессе производства типовых технологических процессов новых и малоизученных процессов; - оценка средств технологического оснащения, которые могут потребовать сравнимые варианты; - оценка возможности ограничения номенклатуры конструктивных материалов. <p>Выводы сравнительной оценки технологичности конструктивных вариантов технического предложения и их обоснование оформляются в пояснительной записке к техническому предложению.</p>	<p>На стадии технического предложения выполняются следующие работы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определение соответствия установленным для изделий норм точности требованиям технического задания; - выяснение обоснованности и достаточности дополнительных норм точности, установленных для изделия сверх норм, предусмотренных техническим заданием; - определение соответствия технических решений национальным и отраслевым стандартам, распространяющимся на данное изделие; - определение контролепригодности установленных норм точности и возможность контроля изделия в имеющихся условиях измерений.

Продолжение табл. 1.1

Стадии разработки конструкторской документации	Основное содержание работ по разработке конструкции изделия	Основное содержание работ по обеспечению технологичности конструкции изделия	Метрологическая экспертиза
Техническое предложение	<p>При этом следует учитывать конструктивные и эксплуатационные особенности разрабатываемого изделия и существующих аналогов, тенденции и перспективы развития отечественной и зарубежной техники в данной области, вопросы метрологического обеспечения разрабатываемого изделия (возможности выбора методов и средств измерения). При необходимости изготавливаются макеты.</p> <p>Оценка компоновки основных составных частей, характера их взаимосвязи и их влияния на функционирование изделия и техническое обслуживание.</p> <p>Выбор оптимального варианта (вариантов) изделия, обоснование выбора; установление требований к изделию (технических характеристик, показателей качества и др.) и к последующей стадии его разработки (необходимые работы, варианты возможных решений, которые следует рассмотреть на последующей стадии и др.)</p> <p>Проработка вопросов, обеспечивающих возможность использования конструкторской документации в электронной форме на последующих стадиях разработки.</p>		

Продолжение табл. 1.1

Стадии разработки конструкторской документации	Основное содержание работ по разработке конструкторского изделия	Основное содержание работ по обеспечению технологичности конструкции изделия	Метрологическая экспертиза
Эскизный проект	<p>Эскизный проект, развивая наиболее рациональные решения технического предложения, может быть выполнен в одном и нескольких вариантах.</p> <p>Разработка конструкторских документов, которые должны содержать принципиальные конструктивные решения, дающие общее представление об устройстве и принципе работы изделия, а также данные, определяющие назначение, основные параметры и габаритные размеры разрабатываемого изделия. Выбор вариантов конструкции изделия для дальнейшей разработки.</p> <p>Эскизный проект является основанием для разработки технического проекта или рабочей конструкторской документации.</p> <p>Выявление новых комплектующих изделий и материалов, которые должны быть разработаны другими организациями и предприятиями, и определение технических требований к этим изделиям и материалам.</p> <p>Проработка основных вопросов технологии изготовления.</p> <p>Достижение соответствия технических характеристик, режимов работы, гарантийных сроков и условий эксплуатации покупных изделий и материалов требованиям, обеспечивающим реализацию разрабатываемого изделия.</p>	<p>На стадии эскизного проекта отрабатка конструкции изделия на технологичность выражается в технологическом контроле конструкторской документации и включает решение следующих задач:</p> <ul style="list-style-type: none"> - окончательный выбор рациональной конструктивной схемы изделия, в которой выявлены основные составные части, компоновка, методы соединения и общие габаритные размеры; - принципиальная оценка технологичности основных составных частей; - принципиальная оценка конструкторских баз и возможность их использования как технологических; - принципиальная оценка общей компоновки изделия и составных частей, выявленных в эскизном проекте, обеспечивающих технологичность сборки; - выявление составных частей, которые могут быть стандартными или унифицированными; - выявление составных частей, которые по конструктивной схеме могут быть заимствованы из освоенных в производстве образцов; - проработка основных вопросов технологии изготовления; - выявление условий общей сборки изделия и параллельных сборок составных частей; 	<p>На стадии эскизного проекта выполняются следующие работы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - исполнение рекомендаций, выработанных при экспертизе технического предложения; - оценка обоснованности технических решений, обеспечивающих получение заданных в техническом задании характеристик погрешности измерений параметров изделия; - оценка обоснованности состава параметров, подлежащих измерению при изготовлении, испытании, эксплуатации изделия; - оценка применения стандартизованных или аттестованных методов выполнения измерений; - уточнение установленных норм точности национальным или отраслевым стандартам, возможность контроля (контролепригодность) установленных норм точности при помощи средств измерений в условиях производства изготовителя; - определение необходимости разработки, изготовления и приобретения средств измерений для метрологического обеспечения производства изделия.

Продолжение табл. 1.1

Стадии разработки конструкторской документации	Основное содержание работ по разработке конструкции изделия	Основное содержание работ по обеспечению технологичности конструкции изделия	Метрологическая экспертиза
	<p>С целью экспериментальной проверки принципов работы изделия и его составных частей по усмотрению разработчика могут быть изготовлены и испытаны макеты.</p> <p>Разработка пояснительной записки эскизного проекта с результатами конструкторской проработки, в том числе описание конструкции изделия и принципа его действия, технико-экономические показатели, а также предложения по дальнейшим конструкторским и экспериментальным работам.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - выявление номенклатуры используемых конструктивных материалов и возможности ее сокращения; - выявление условий технического обслуживания изделия; - анализ соответствия компонентов и членения вариантов конструкции изделия условиям технического обслуживания и ремонта; - выявление условий контроля, регулировки и подготовки изделия к функционированию; - выявление условий подготовки производства, определение основных укрупненных данных для организации технологической подготовки производства; - выявление новых технологических процессов, требующих технического оснащения и освоения; - определение уровня технологичности конструкции на стадии эскизного проекта и расчет показателей технологичности вариантов конструкции изделия; - отработка вариантов конструкции по унификации, стандартизации, по точности расположения и способам соединения составных частей изделия. 	

Продолжение табл. 1.1

Стадии разработки конструкторской документации	Основное содержание работ по разработке конструкции изделия	Основное содержание работ по обеспечению технологичности конструкции изделия	Метрологическая экспертиза
Технический проект	Технический проект конструкции изделия выполняется в одном варианте. Технический проект содержит окончательные конструктивные решения, дающие полное представление о конструкции изделия. Разработка конструкторских документов, которые должны содержать окончательные технические решения, дающие полное представление об устройстве изготавливаемого изделия, и исходные данные для разработки рабочей документации. Обеспечение соответствия конструкции изделия техническому заданию, заданному уровню технологичности конструкции и оптимальной ремонтпригодности.	Отработка конструкции изделия на технологичность на стадии технического проекта включает решение всего комплекса задач. Технологичность конструкции изделия оценивается по основным и дополнительным показателям, которые на стадии технического проекта могут быть определены и сравнены с базовыми показателями, указанными в техническом задании (уровень технологичности конструкции определяется на стадии технического проекта). В случаях, когда при проектировании изделия технический проект не предусмотрен, задачи по отработке конструкции на технологичность, решаемые на стадии технического проекта, включают в состав задач, решаемых при эскизном проектировании.	На стадии технического проекта выполняются следующие работы: - проверка выполнения рекомендаций экспертизы эскизного проекта в части соответствия установленных для изделия норм точности, сохраняющихся в эскизном проекте; - уточнение соответствия установленных норм точности национальным или отраслевым стандартам; - возможность контроля (контролепригодность) установленных норм точности при помощи средств измерений в условиях изготовителя изделия; - выявление необходимости разработки, изготовления и приобретения специального оборудования для обеспечения измерений в процессе производства изделия.
Рабочая конструкторская документация а) опытного образца (опытной партии) или изделия единичного производства (кроме разового изготовления)	Разработка рабочей конструкторской документации производится в развитие технического проекта до полной детализации сборочных единиц. Отработка рабочей конструкторской документации по данным изготовления и испытания опытного образца (партии). В процессе сборки и монтажа опытных образцов уточняют конструкцию и по мере их изготовления проводят приемосдаточные (климатические, механические, электрические и др.) испытания изделия.	Отработка конструкции изделия на технологичность на стадии разработки рабочей документации охватывает весь комплекс задач. При отработке конструкции изделия на технологичность осуществляется технологический контроль конструкторской документации, которая подписывается технологами. Разработка рабочей конструкторской документации на изделие, которое предназначено для серийного (массового) производства, и отработка его конструкции на технологичность производится в соответствии с условиями этого вида производства, независимо от того, что серийному (массовому) производству предшествует изготовление опытного образца (партий) изделия	На стадии рабочей конструкторской документации выполняются следующие работы: - оценка обоснованности установленных в технологической документации значений контролируемых параметров; - оценка правильности выбора и назначения в технологических процессах методов и средств измерений; - анализ фактических значений погрешностей измерений; - оценка соответствия производительности операций контроля производительности технологического процесса.

Стадии разработки конструкторской документации	Основное содержание работ по разработке конструкторской документации	Основное содержание работ по обеспечению технологичности конструкторского изделия	Метрологическая экспертиза
б) серийного (массового) производства	Комплект рабочей конструкторской документации, включающей сборочные чертежи, рабочие чертежи деталей, спецификации и другие документы, достаточные для изготовления, контроля, приемки и эксплуатации изделия.	<p>Окончательная отработка рабочей конструкторской документации на технологичность производится по данным изготовления и испытания установочной серии до начала установившегося серийного (массового) производства.</p> <p>Оценка уровня технологичности в соответствии с условиями установившегося серийного (массового) производства производится в период изготовления и испытания установочной серии.</p> <p>Отработка конструкторского изделия на технологичность на стадии разработки рабочей документации производится разработчиком документации с привлечением технологов предприятия-изготовителя и специализированных научно-исследовательских институтов.</p> <p>Целесообразность привлечения различных организаций к отработке конструкторской документации, порядок и степень их участия определяются разработчиком конструкторской документации.</p>	<p>- проверка норм точности на взаимную увязку допусков, установленных на размеры, отклонения формы, расположение поверхностей и шероховатость поверхности;</p> <p>- контроль достаточности установленных норм точности для всех элементов, определяющих выходные параметры изделия, возможность контроля (контролепригодность) норм точности имеющимися у изготовителя средствами измерений;</p> <p>- оценка обоснованности норм точности и выбора нормируемых параметров в случае проблем контроля имеющимися средствами измерений.</p>

Конструкторская и проектная документация должна подвергаться метрологической экспертизе на всех этапах ее создания. Например, на этапе эскизного проекта внимание уделяется возможности контроля эксплуатационных характеристик изделия. На этапе технического проекта объем работ возрастает, так как необходимо анализировать контролепригодность каждой сборочной единицы. На этапе рабочей документации метрологическая экспертиза проводится для сборочных чертежей и для деталей (деталировки).

В отраслях машиностроения и приборостроения реализуется большой объем измерения геометрических параметров, анализ правильности задания норм точности и выбор средств измерения. Номенклатура контролируемых параметров должна быть минимально достаточной, чтобы гарантировать размерную и функциональную пригодность деталей, узлов и составных частей изделия.

В таблице 1.1 на базе нормативной документации совместно представлены этапы отработки конструкции, отработки на технологичность и метрологическая экспертиза как триединая задача, когда отработка выполняется совместно конструкторами, технологами, метрологами, испытателями и специалистами других направлений в процессе всех этапов создания изделия.

ГЛАВА 2.

ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ ИЗДЕЛИЯ И СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ

2.1. Сборка изделий и сборочных единиц

Сборка является завершающим этапом производства в машиностроении и приборостроении и определяет работоспособность и надежность изделия. Сборка сборочных единиц и изделия составляет примерно от 15 % до 50 % общей трудоемкости изготовления изделия. Сейчас сборочные операции в массовом производстве автоматизируются и роботизируются.

Собранное изделие характеризуется геометрической точностью, обеспечивающей заданное взаимодействие подвижных частей машин и приборов, а также относительное положение статических частей изделия.

Основными причинами образования погрешностей при сборке являются погрешности размеров, формы и расположения поверхностей деталей, поступающих на сборку, а также собственные и контактные деформации деталей, возникающие в процессе сборки. Собственные деформации обычно являются упругими, а контактные – упругопластическими.

Технологичность конструкции изделия при общей сборке должна соответствовать следующим требованиям:

1. Конструкция изделия должна обеспечивать сборку из предварительно собранных сборочных единиц, что позволяет выполнять их параллельную сборку. Возможность контроля должна быть обеспечена на всех этапах сборки изделия.
2. Необходимо стремиться к унификации деталей и частей изделия и применять стандартные изделия (винты, болты и др.).
3. Обеспечивать возможности подхода к местам регулировки и контроля.
4. Обеспечивать возможность съема, установки элементов и операций их контроля в процессе сборки, которые требуют этого многократно, без дополнительных разборок механизма (шаговые двигатели, контактные группы и т. д.).
5. Исключать регулировки, которые можно обеспечить конструктивно.
6. Обеспечивать сборку изделия без промежуточной разборки и повторныхборок составных частей, для которых выполнен контроль и измерения.
7. Обеспечивать применение типовых технологических процессов сборки изделия и его составных частей для снижения трудоемкости сборки.
8. Исключать регулировки нескольких параметров одним элементом. Один параметр – один регулировочный элемент.

9. Сборочная единица после сборки должна представлять собой единое целое, не распадающееся при перемене положения. Характерным признаком любой сборочной единицы является возможность ее независимой сборки и окончательного контроля. Выявление сборочных единиц определяется разборкой изделия, когда их можно снять в собранном виде.

10. Точность сборки, которая определяется степенью совпадения осей контактирующих материальных поверхностей, а также других элементов сопрягающихся деталей и сборочных единиц.

11. Точность взаимного расположения элементов и частей устройства должна нормироваться с учетом функционального назначения изделия, а также необходимости обеспечения точности относительного расположения деталей и сборочных единиц в процессе сборки, причем допуски относительного расположения сопрягаемых и базовых поверхностей должны быть обоснованы расчетом сборочных размерных цепей. Выполнение разработанной конструкцией заданных функций зависит от достигнутой при сборке точности функционирования исполнительных поверхностей сборочных единиц и деталей.

12. При выборе метода сборки следует учитывать трудоемкость сборочных работ и затраты на изготовление составных частей с точностью, необходимой для данного метода.

Методы сборки располагаются по убывающей производительности труда сборочных работ в следующем порядке:

- с полной взаимозаменяемостью;
- с неполной взаимозаменяемостью;
- с регулировкой компенсаторами;
- с групповой взаимозаменяемостью;
- с пригонкой.

Наиболее предпочтителен метод полной взаимозаменяемости, обеспечивающий беспригонную сборку изделия с минимальной трудоемкостью.

13. Пределы регулирования и параметры компенсаторов должны определяться расчетом размерных цепей.

14. При автоматической сборке детали должны иметь простые формы, что упрощает задачу их ориентации при подаче на рабочую позицию сборочного автомата.

15. При разработке конструкции должны учитываться следующие требования сборки:

- последовательность сборки должна быть такой, чтобы установленные детали не мешали установке следующих;

- желательно, чтобы трудоемкость сборки сборочных единиц была примерно одинакова при параллельной сборке;

- собранные сборочные единицы в дальнейшем не должны разбираться, так как прошли окончательный контроль;

- конструкция должна иметь наименьшее количество поверхностей и мест соединений составных частей;

- обоснованность посадок и ограничение их количества;

- исключение сложной и необоснованно точной обработки сопрягаемых поверхностей соединения составных частей;

- обеспечение удобного доступа для механизации процесса сборки, контроля, регулировки и проведения других работ по техническому обслуживанию, доступность мест соединения составных частей при механизации сборочных работ и контроле качества соединения;

- в конструкции изделия следует исключать необходимость при сборке совместной механической обработки сборочных единиц и деталей;
- в конструкции сборочной единицы по возможности должны применяться стандартные и унифицированные части;
- компоновка конструкции сборочной единицы и изделия должна позволять выполнять сборку при неизменном базировании составных частей, что обеспечивает минимизацию трудоемкости сборки;
- сборочные единицы, которые проходят испытания или обкатку, должны быть выделены в законченную единицу и иметь присоединительные элементы для установки на испытательные стенды;
- детали должны иметь конструкцию, обеспечивающую однозначную ориентацию при сборке. Как правило, это детали, обладающие ярко выраженной несимметричностью, предпочтительно по наружному контуру;
- в конструкции сборочных единиц и изделий, имеющих большую массу, должны быть конструктивные элементы для захвата грузоподъемными средствами, применяемые в процессе сборки, разборки и транспортирования;
- точность и шероховатость сопрягаемых поверхностей должны соответствовать требуемой прочности неподвижных и износостойкости подвижных соединений;
- конструкция деталей и сборочных единиц должна обеспечивать до окончания процесса сборки детали и сборочной единицы фиксирование относительно друг друга без дополнительного крепления;
- должна быть сведена к минимуму потребность в специальных приспособлениях для осуществления соединений (сжатие тугих пружин, запрессовка, развальцовка и т. д.);
- соединения не должны требовать дополнительной обработки в процессе сборки (например, сверления по месту);
- для сборки детали должны иметь направляющие элементы, заходные конусы и фаски;
- в прессовых соединениях длина запрессовки должна быть минимальной;
- следует избегать многошпоночных соединений, а шпоночные соединения рекомендуется заменять шлицевыми;
- в шлицевых соединениях следует использовать центрирование по наружному диаметру, так как это снижает трудоемкость изготовления деталей.

16. При разработке конструкции сборочных единиц и изделия учитываются следующие требования к составу:

- сборочная единица должна расчленяться на рациональное число составных частей.
- компоновка сборочной единицы должна обеспечивать общую сборку без промежуточной разборки и повторной сборки составных частей;
- конструкция должна обеспечивать сборку сборочных единиц без применения сложных приспособлений, необходимости переустановки базовой детали;
- в изделии должна быть обеспечена неизменность базирования деталей (узлов) и постоянство контакта сопрягаемых поверхностей.

17. В конструкции сборочной единицы и изделия должна быть базовая деталь или конструкция для установки остальных составных частей. Для обеспечения устойчивости и необходимой точности необходимо, чтобы:

- базовая деталь была жесткой и не деформировалась под действием сборочных усилий,
- базовая деталь имела развитые базовые опорные поверхности,
- конструкция базовой детали предусматривала возможность совмещения технологических, конструкторских и измерительных баз,
- в конструкции базовой части была предусмотрена возможность использования конструкторских сборочных баз в качестве технологических и измерительных,
- базовая деталь была жесткой и имела удобные для сборки технологические базы, обеспечивающие высокую точность ее установки.

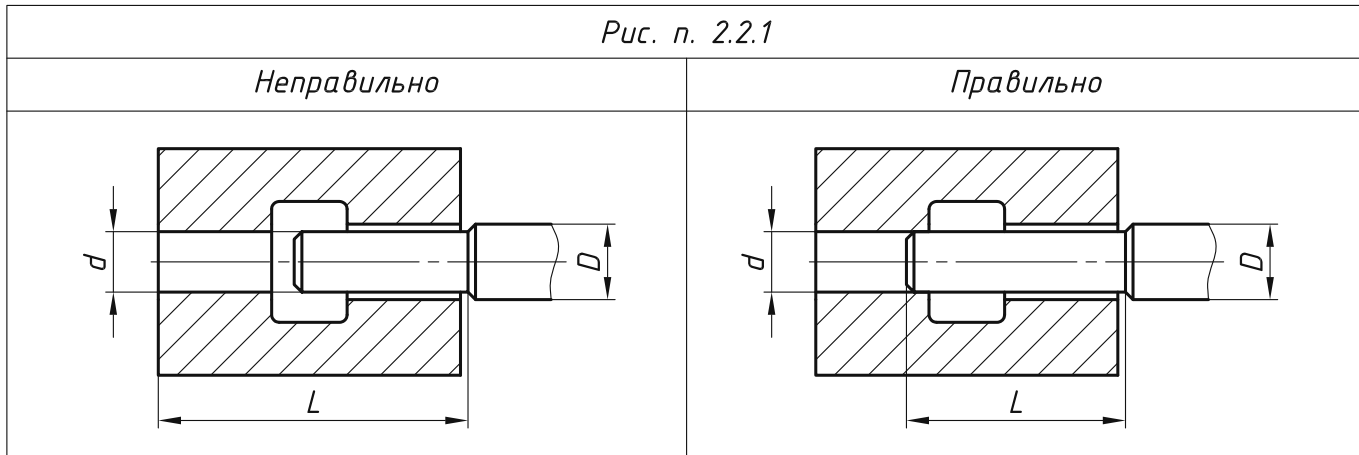
18. Конструкция должна допускать сборку из предварительно собранных узлов. Это позволяет осуществлять параллельную сборку узлов и общую сборку, что сокращает длительность сборочного цикла. Значительное преимущество обеспечивается в случае, если узел перед общей сборкой проходит контроль и испытание.

19. Сборка изделия и сборочной единицы:

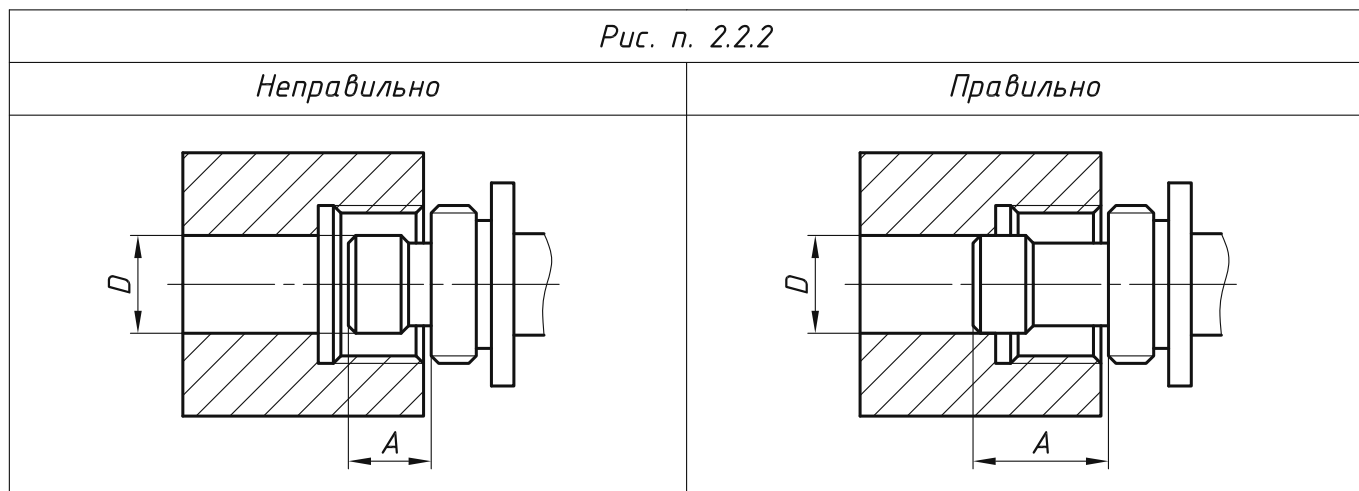
- сборка изделия и сборочных единиц не должна обуславливать применение сложного технологического оснащения;
- общую сборку изделия и сборочной единицы следует начинать с базирующей детали или сборочной единицы, которая должна быть достаточно жесткой и иметь надежные технологические базы, позволяющие обеспечить требуемую точность сборки и контролепригодность конструкции;
- сборка конструкции должна производиться без применения сложных приспособлений, предпочтительно без поворота базовой детали (с которой начинается сборка) для обеспечения постоянного базирования;
- последовательность установки деталей должна быть такой, чтобы ранее смонтированные детали и сборочные единицы не мешали установке и контролю после установки последующих деталей и сборочных единиц;
- в первую очередь, как правило, монтируются сборочные единицы и детали, выполняющие наиболее ответственные функции;
- сборочные единицы, требующие каких-либо испытаний или обкатки, должны быть выделены в законченную сборку;
- сложные конструкции с большим числом деталей и сборочных единиц предпочтительно конструировать блоками;
- нежелательно базировать детали и сборочные единицы по нескольким поверхностям на разном уровне для исключения деформации устанавливаемой детали или сборочной единицы.

2.2. Примеры технологичности сборочных единиц

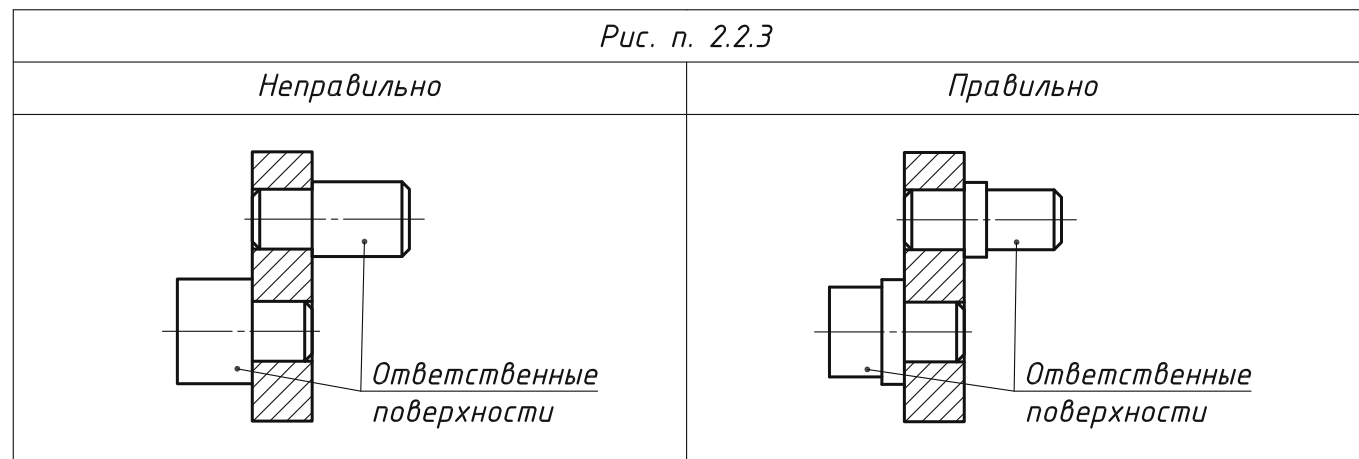
2.2.1. Сборка и запрессовка деталей по двум посадочным поверхностям должна быть не одновременной, а последовательной для исключения запрессовки диаметра d в двух отверстиях (рис. п. 2.2.1).



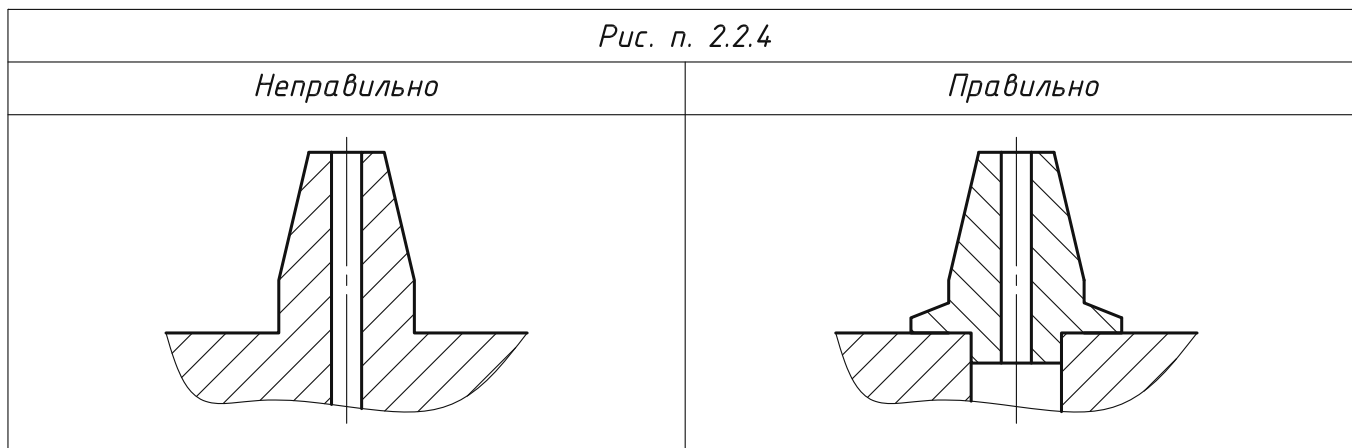
2.2.2. При центрировании детали и закреплении ее резьбовым соединением (две базы: гладкое отверстие и резьба) зазор в резьбовом соединении должен быть больше чем в гладком для компенсации погрешностей формы и расположения, а также постепенного входа детали (рис. п. 2.2.2.).



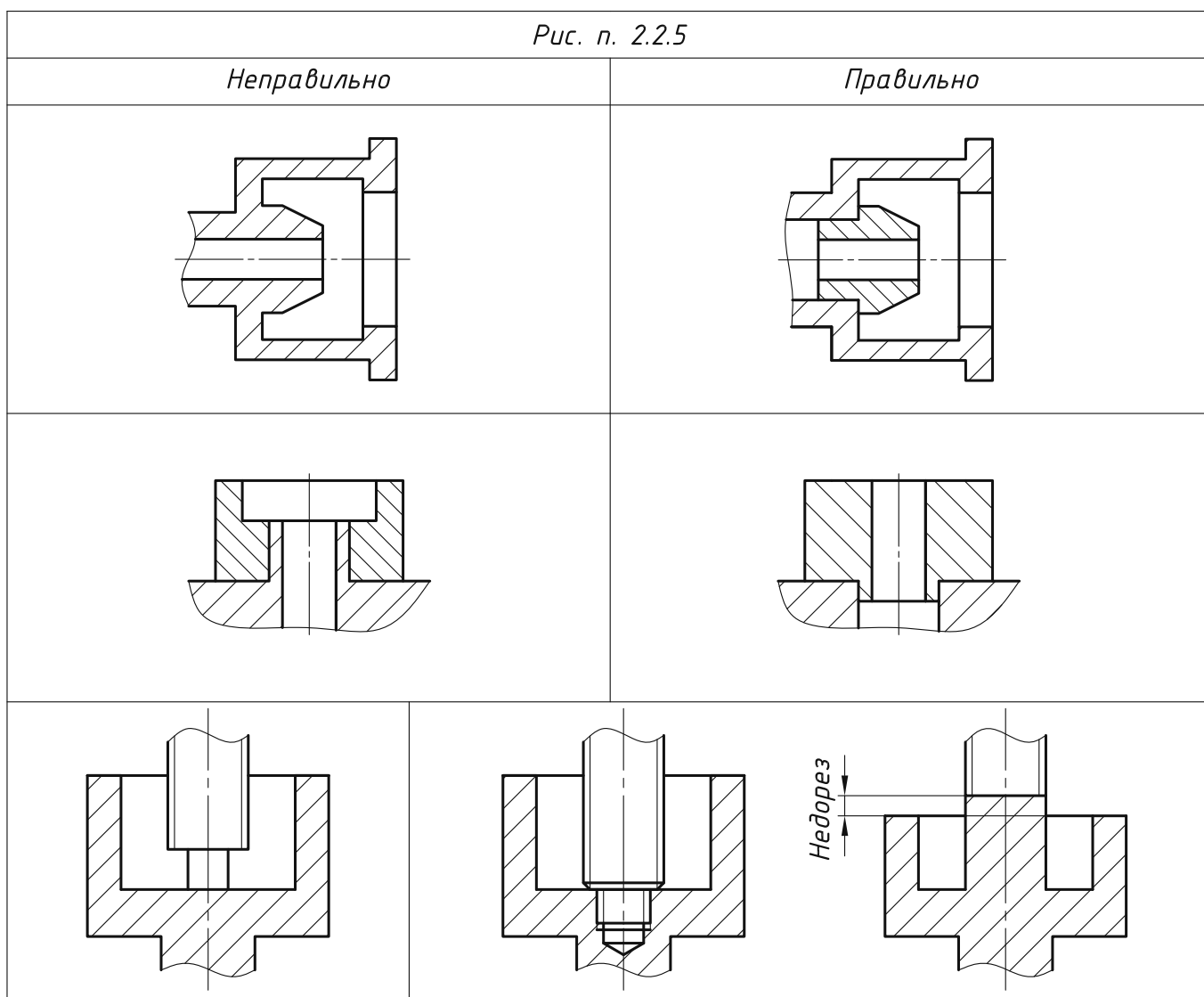
2.2.3. При сборке точные диаметры не должны подвергаться механическому воздействию из-за возможной деформации и повреждений (рис. п. 2.2.3) Функциональный элемент не должен подвергаться воздействию.



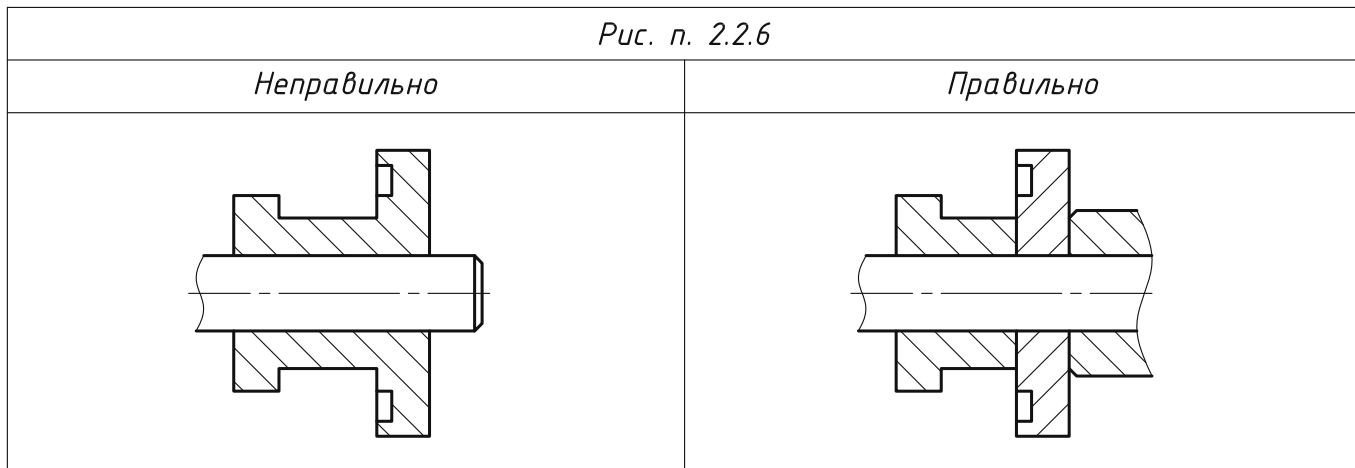
2.2.4. Минимизация расхода материала заменой материалоемкой детали сборочной единицей (рис. п. 2.2.4).



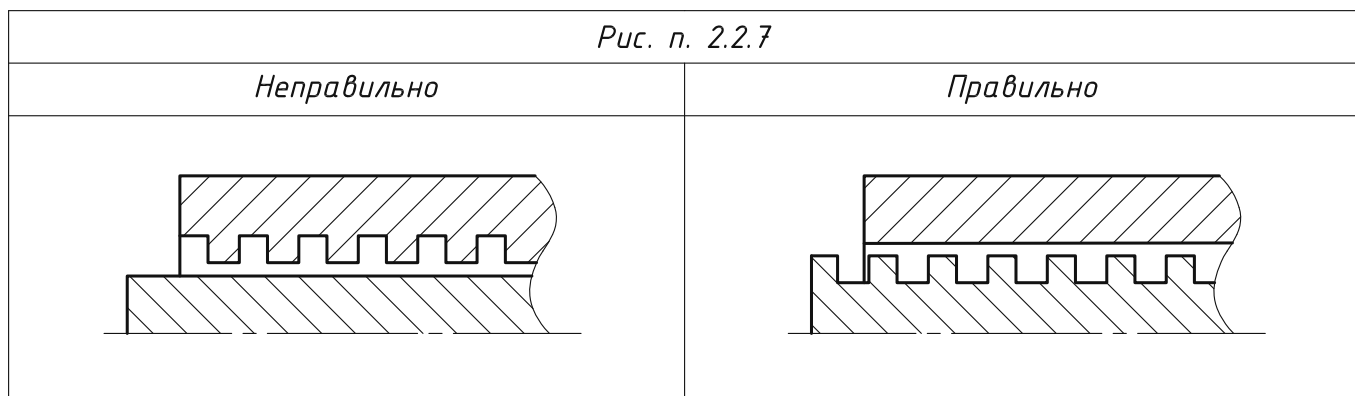
2.2.5. Предпочтительно заменять сложную конструкцию детали сборочной единицей, состоящей из деталей простой конструкции для снижения затрат на изготовление, исключения сложного инструмента и контроля (рис. п. 2.2.5).



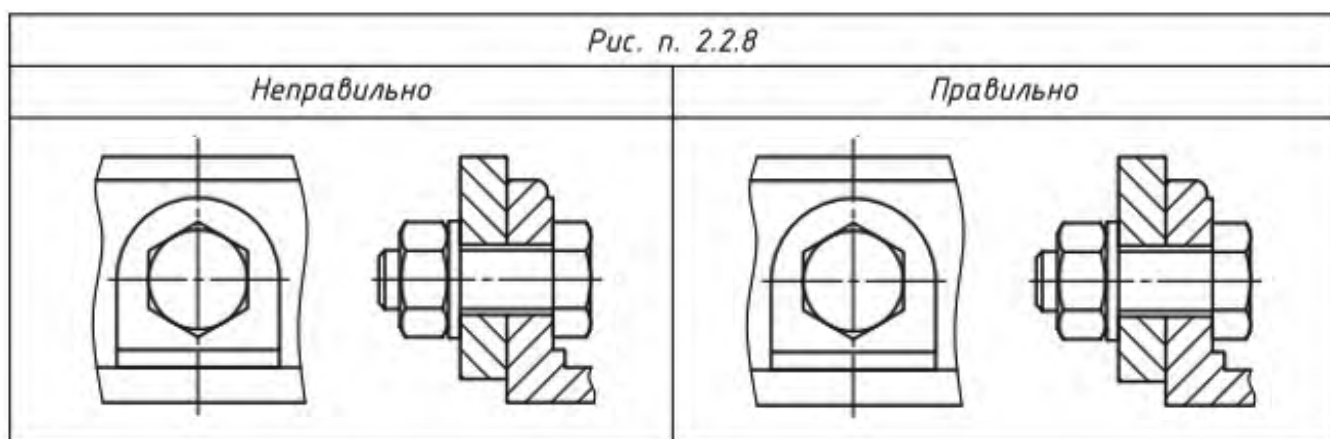
2.2.6. Рациональное членение сборочной единицы на составные части для уменьшения трудоемкости изготовления (рис. п. 2.2.6).



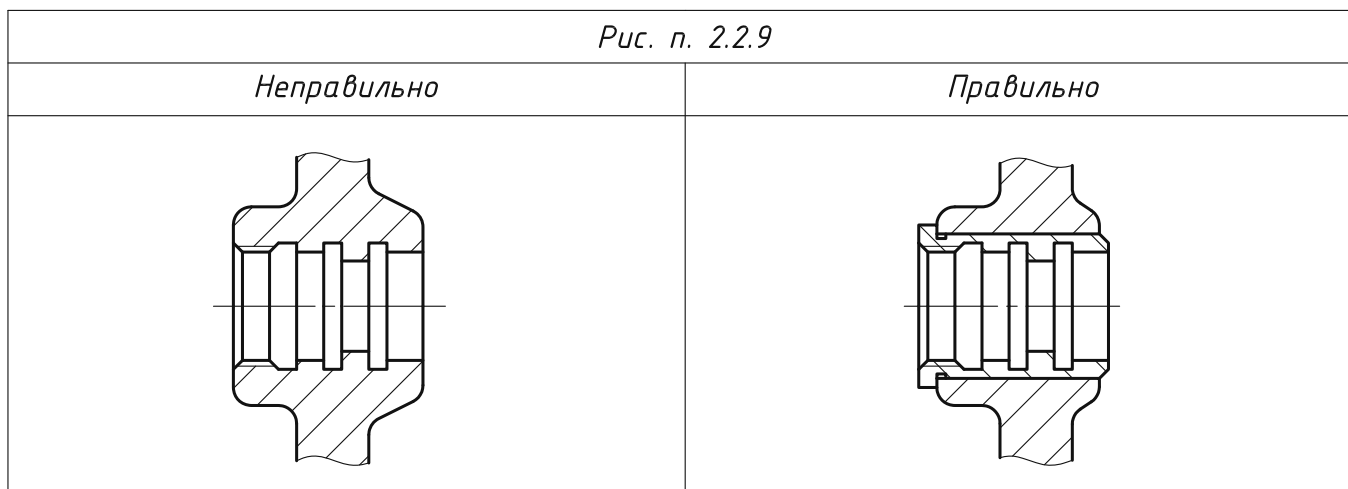
2.2.7. Перенос профильных элементов на охватываемые детали. Внутренние поверхности труднее обрабатывать, чем наружные профильные элементы на вале (рис. п. 2.2.7). Также при данном подходе обеспечивается контролепригодность детали и минимизация трудоемкости.



2.2.8. Обеспечение стопорения болта от проворачивания в условиях эксплуатации (рис. п. 2.2.8).

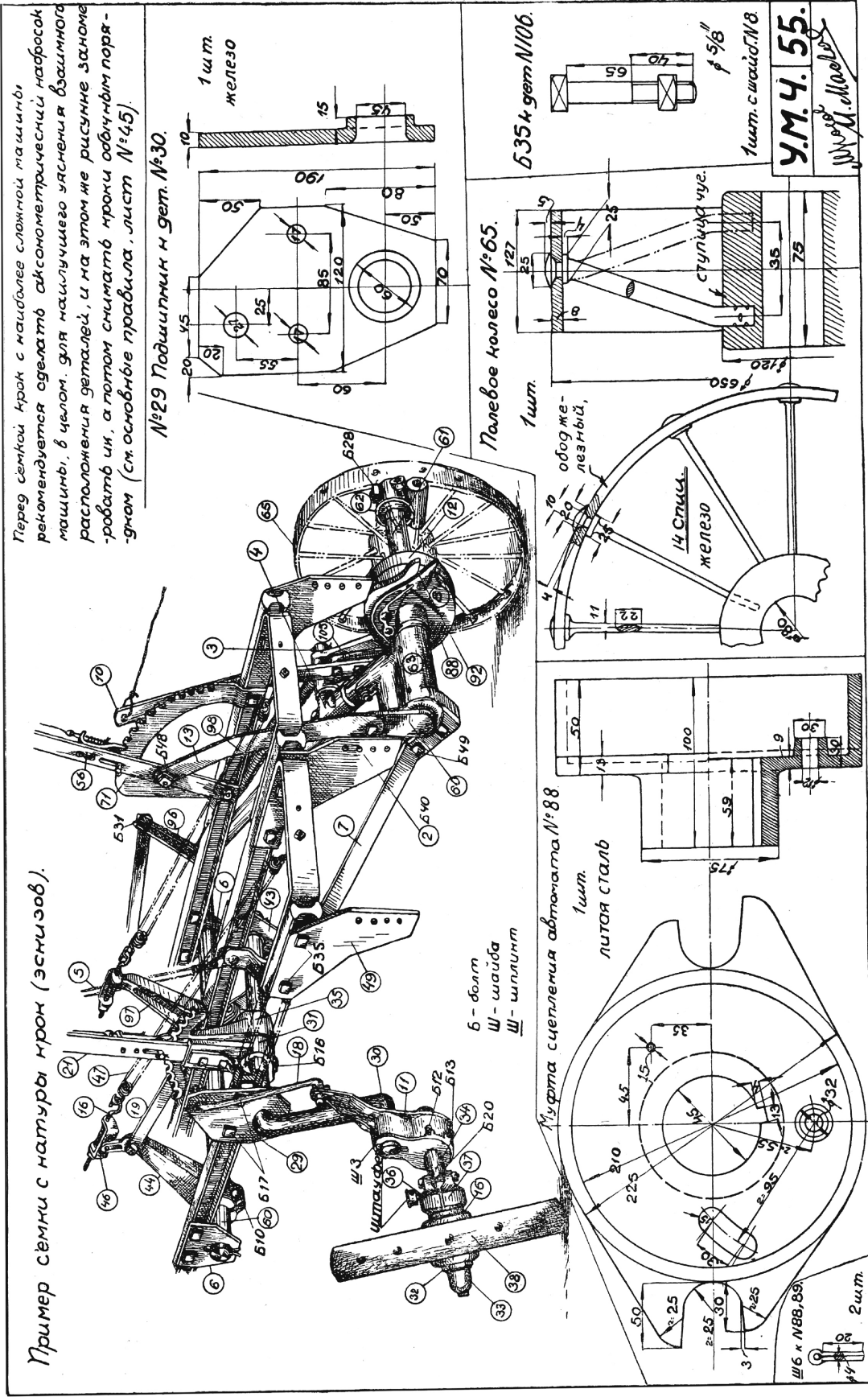


2.2.9. Необходимо упрощать конструкцию отверстий в сборочной единице. На рисунке п. 2.2.9 показано упрощение конструкции сборочной единицы для снижения затрат на изготовление.



2.3. Историческая справка

В данном разделе приведены материалы преподавателей Московского высшего технического училища (МГТУ имени Н.Э. Баумана) 1928 года издания. Носов М.В., Маслов И.Ф. Атлас условности машиностроительного черчения. Наглядное пособие при изучении, составлении и чтении машиностроительных чертежей / Акционерное общество «Московское научное издательство. Москва. «Макиз», 1928, 87 с. Материал представлен музеем МГТУ имени Н.Э. Баумана.

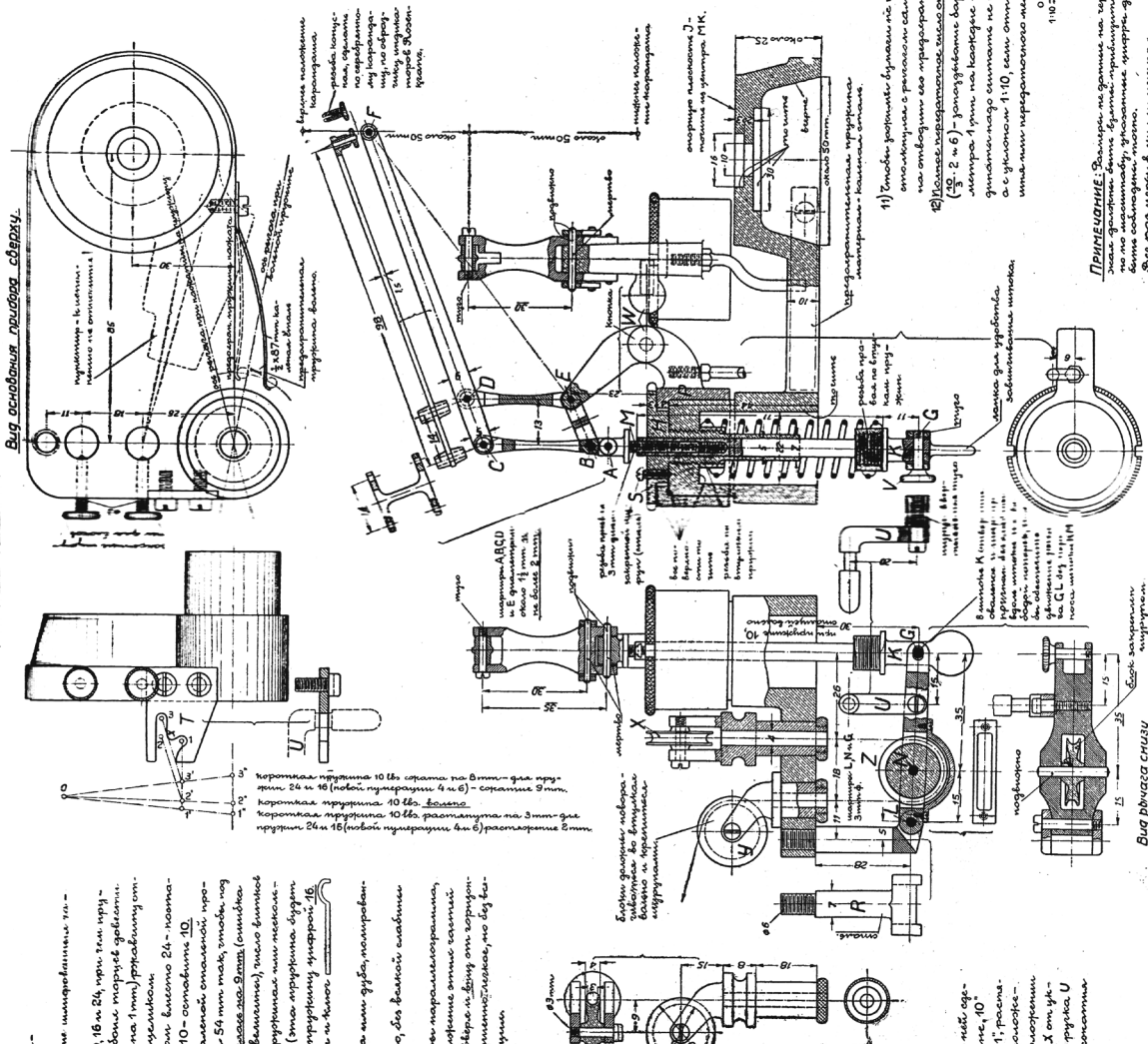


Атлас 1928 год

Пример выполнения чертежа конструктором с подробными наставлениями о работе прибора, выборе материала, обработке деталей и сборки всех частей универсальный динамометр для индукторного щупа.

Условия исполнения.

- 1) Лучшая твердость бронзы.
- 2) Шестеренчатые стальные — без закалки, вальцованные и вальцованные.
- 3) Протяжка на приборе должна быть 10, 16 и 24, при том при протяжке 16 и 24 оборотами, медная втулка с обеих сторон должна быть 30 мм в диаметре или 30 мм в диаметре, 10 мм в диаметре от центра и 10 мм в диаметре по краям.
- 4) Протяжка, вальцованная и вальцованная, должна быть 10, 16 и 24, при том при протяжке 16 и 24 оборотами, медная втулка с обеих сторон должна быть 30 мм в диаметре или 30 мм в диаметре, 10 мм в диаметре от центра и 10 мм в диаметре по краям.
- 5) На приборе должны быть следующие детали: 10, 16 и 24, при том при протяжке 16 и 24 оборотами, медная втулка с обеих сторон должна быть 30 мм в диаметре или 30 мм в диаметре, 10 мм в диаметре от центра и 10 мм в диаметре по краям.
- 6) К прибору должны быть следующие детали: 10, 16 и 24, при том при протяжке 16 и 24 оборотами, медная втулка с обеих сторон должна быть 30 мм в диаметре или 30 мм в диаметре, 10 мм в диаметре от центра и 10 мм в диаметре по краям.
- 7) К прибору должны быть следующие детали: 10, 16 и 24, при том при протяжке 16 и 24 оборотами, медная втулка с обеих сторон должна быть 30 мм в диаметре или 30 мм в диаметре, 10 мм в диаметре от центра и 10 мм в диаметре по краям.
- 8) Все материалы, вальцованные и вальцованные, должны быть вальцованы.
- 9) Все материалы, вальцованные и вальцованные, должны быть вальцованы.
- 10) Шестерни А, В, С, Д, Е, Г, И, К, Л, М, Н, О, П, Р, С, Т, У, Ф, Ц, Ч, Ш, Щ, Ъ, Ы, Ь, Э, Ю, Я, а также втулки, должны быть вальцованы.
- 11) Втулка А, О должна быть вальцована и иметь центральную канавку, на 2 мм в диаметре.
- 12) Листы А, Е, Ф, Г, И, К, Л, М, Н, О, П, Р, С, Т, У, Ф, Ц, Ч, Ш, Щ, Ъ, Ы, Ь, Э, Ю, Я, а также втулки, должны быть вальцованы.
- 13) Шестерни А, В, С, Д, Е, Г, И, К, Л, М, Н, О, П, Р, С, Т, У, Ф, Ц, Ч, Ш, Щ, Ъ, Ы, Ь, Э, Ю, Я, а также втулки, должны быть вальцованы.
- 14) Шестерня Р должна быть вальцована и иметь центральную канавку, на 2 мм в диаметре.
- 15) Шестерня С должна быть вальцована и иметь центральную канавку, на 2 мм в диаметре.
- 16) Шестерня Т должна быть вальцована и иметь центральную канавку, на 2 мм в диаметре.
- 17) Шестерня У должна быть вальцована и иметь центральную канавку, на 2 мм в диаметре.



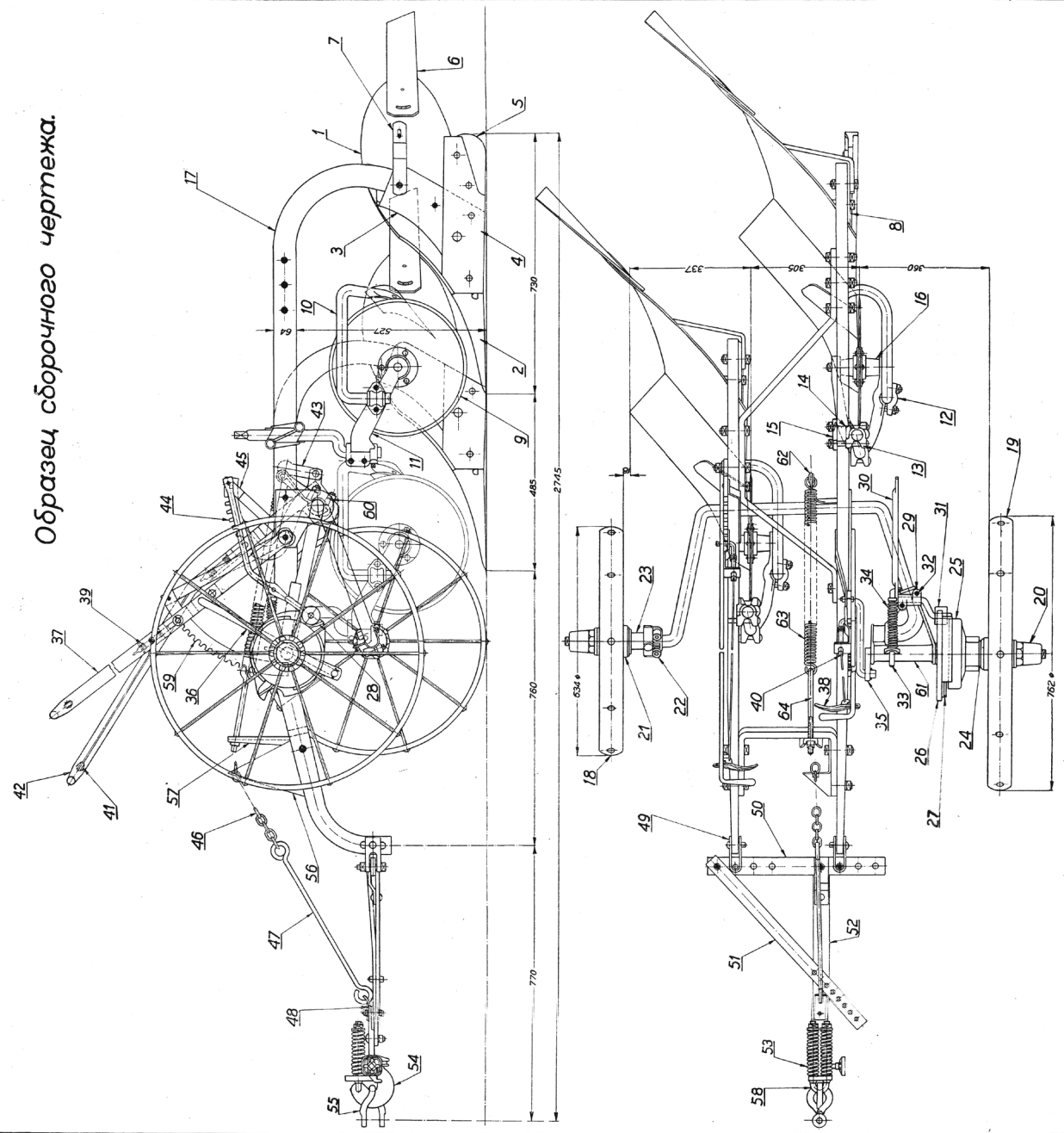
Условия исполнения -

- 1) Прибор должен быть выполнен из бронзы.
- 2) Шестеренчатые стальные — без закалки, вальцованные и вальцованные.
- 3) Протяжка на приборе должна быть 10, 16 и 24, при том при протяжке 16 и 24 оборотами, медная втулка с обеих сторон должна быть 30 мм в диаметре или 30 мм в диаметре, 10 мм в диаметре от центра и 10 мм в диаметре по краям.
- 4) Протяжка, вальцованная и вальцованная, должна быть 10, 16 и 24, при том при протяжке 16 и 24 оборотами, медная втулка с обеих сторон должна быть 30 мм в диаметре или 30 мм в диаметре, 10 мм в диаметре от центра и 10 мм в диаметре по краям.
- 5) На приборе должны быть следующие детали: 10, 16 и 24, при том при протяжке 16 и 24 оборотами, медная втулка с обеих сторон должна быть 30 мм в диаметре или 30 мм в диаметре, 10 мм в диаметре от центра и 10 мм в диаметре по краям.
- 6) К прибору должны быть следующие детали: 10, 16 и 24, при том при протяжке 16 и 24 оборотами, медная втулка с обеих сторон должна быть 30 мм в диаметре или 30 мм в диаметре, 10 мм в диаметре от центра и 10 мм в диаметре по краям.
- 7) К прибору должны быть следующие детали: 10, 16 и 24, при том при протяжке 16 и 24 оборотами, медная втулка с обеих сторон должна быть 30 мм в диаметре или 30 мм в диаметре, 10 мм в диаметре от центра и 10 мм в диаметре по краям.
- 8) Все материалы, вальцованные и вальцованные, должны быть вальцованы.
- 9) Все материалы, вальцованные и вальцованные, должны быть вальцованы.
- 10) Шестерни А, В, С, Д, Е, Г, И, К, Л, М, Н, О, П, Р, С, Т, У, Ф, Ц, Ч, Ш, Щ, Ъ, Ы, Ь, Э, Ю, Я, а также втулки, должны быть вальцованы.
- 11) Втулка А, О должна быть вальцована и иметь центральную канавку, на 2 мм в диаметре.
- 12) Листы А, Е, Ф, Г, И, К, Л, М, Н, О, П, Р, С, Т, У, Ф, Ц, Ч, Ш, Щ, Ъ, Ы, Ь, Э, Ю, Я, а также втулки, должны быть вальцованы.
- 13) Шестерни А, В, С, Д, Е, Г, И, К, Л, М, Н, О, П, Р, С, Т, У, Ф, Ц, Ч, Ш, Щ, Ъ, Ы, Ь, Э, Ю, Я, а также втулки, должны быть вальцованы.
- 14) Шестерня Р должна быть вальцована и иметь центральную канавку, на 2 мм в диаметре.
- 15) Шестерня С должна быть вальцована и иметь центральную канавку, на 2 мм в диаметре.
- 16) Шестерня Т должна быть вальцована и иметь центральную канавку, на 2 мм в диаметре.
- 17) Шестерня У должна быть вальцована и иметь центральную канавку, на 2 мм в диаметре.

У.М.Н. 84/85
И.И.И.И.

ПРИМЕЧАНИЕ. Размеры на чертеже даны в миллиметрах. Все размеры даны с точностью до 0,01 мм.

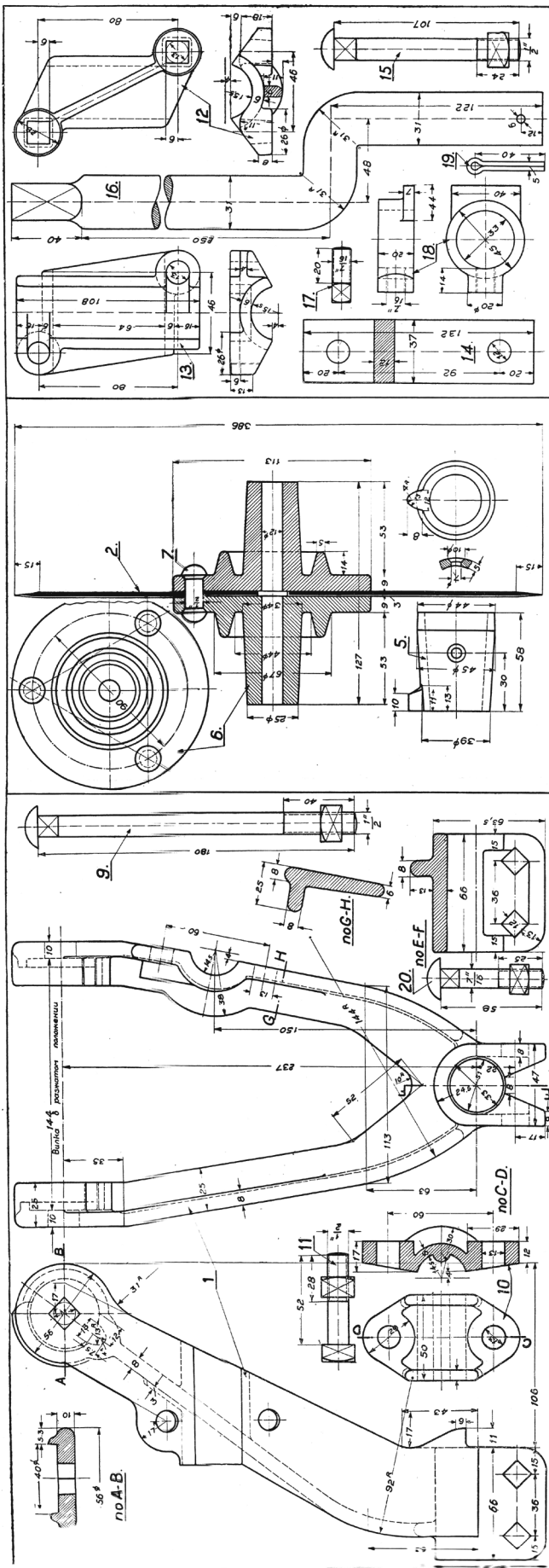
Образец сборочного чертежа.



№ детали	Название детали	Материал	Лист	Примечание
64	Пружина			
63	Кронштейн			
62	Кронштейн			
61	Кронштейн			
60	Кронштейн			
59	Кронштейн			
58	Кронштейн			
57	Стойка			
56	Кронштейн для пружины			
55	Кронштейн для цепи			
54	Стойка пружины			
53	Пружина пружины			
52	Планка			
51	Планка			
50	Планка			
49	Скобочка			
48	Планка			
47	Цепь			
46	Цепь			
45	Растяжка			
44	Гребенка			
43	Подвеска			
42	Рычаг образного колеса			
41	Кронштейн			
40	Защелка			
39	Пружина			
38	Кронштейн			
37	Рычаг полевого колеса			
36	Цепь			
35	Цепь			
34	Пружина			
33	Крыльчатка			
32	Крыльчатка			
31	Стойка			
30	Кронштейн			
29	Кронштейн			
28	Кронштейн			
27	Кронштейн			
26	Кронштейн			
25	Кронштейн			
24	Кронштейн			
23	Втулка			
22	Втулка			
21	Втулка			
20	Втулка			
19	Колпачок			
18	Полное колесо			
17	Полное колесо			
16	Колпачок			
15	Колпачок			
14	Колпачок			
13	Колпачок			
12	Колпачок			
11	Колпачок			
10	Колпачок			
9	Колпачок			
8	Колпачок			
7	Колпачок			
6	Колпачок			
5	Колпачок			
4	Колпачок			
3	Колпачок			
2	Колпачок			
1	Колпачок			
	Названные детали			

Двухкорпусный плуг

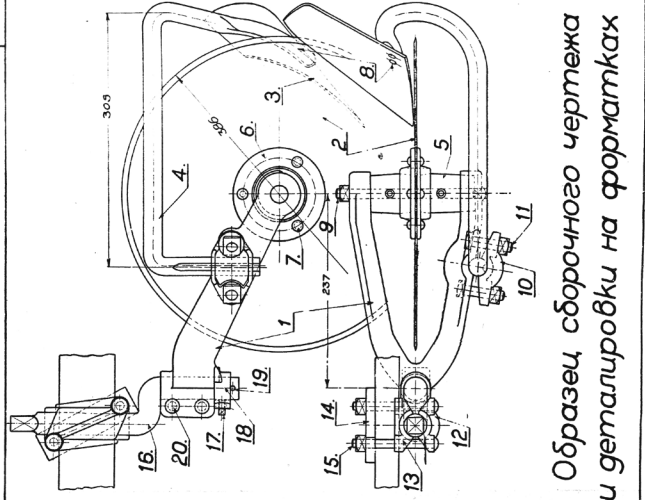
У.М.Ч.
М.С.С.С.



20	4	Болт 7/16" x 3/8"	0,050
19	2	Шайбигт. ф. 3 x 40	Железо
18	2	Шайба	Чугун 0,150
17	2	Упорный болт 7/16" x 20	0,010
16	2	Ось вилки ножа	2,550
15	4	Болт к державке 1/2" x 107	0,150
14	2	Планка	Железо 0,440
13	2	Державка	0,245
12	2	Хвостик ножа	Сталь 0,250
11	4	Болт к хвосту, дюймовый	Железо 0,650
10	2	Хвост к ферм, дюймовый	Сталь 0,250
9	2	Болт 1/2" x 100 к вилке ножа	0,150
8	4	Болт 7/8" x 24 к дюймовому	0,150
7	6	Заклепка к вилке ножа	Железо
6	2	Втулка	Чугун 0,270
5	4	Почка	0,094
4	2	Державка дюймовая	3,094
3	2	Дюймовый нож	40,940
2	2	Нож	4,650
1	2	Планка ножа	Сталь 0,500
№ Кол. Название деталей			Примечание

Дисковый нож
двухкорпусного плуга.

У.М.Ч.
М.М.М.



Образец сборочного чертежа и детализации на форматках

