



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Белорусский национальный
технический университет**

Кафедра «Кораблестроение и гидравлика»

**И. В. Качанов
В. Н. Шарий**

ТЕХНОЛОГИИ СУДОСТРОЕНИЯ

Методическое пособие

**Минск
БНТУ
2015**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Кораблестроение и гидравлика»

И. В. Качанов
В. Н. Шарий

ТЕХНОЛОГИИ СУДОСТРОЕНИЯ

Методическое пособие
по выполнению курсового проекта
для студентов специальности
1-37 03 02 «Кораблестроение и техническая эксплуатация
водного транспорта»

Минск
БНТУ
2015

УДК 629.5:378.147.091.313 (075.8)

ББК 39.42я 7

К30

Рецензенты:

Л. А. Исаевич, А. А. Хмелев

Качанов, И.В.

К30 Технологии судостроения : методическое пособие по выполнению курсового проекта для студентов специальности 1-37 03 02 «Кораблестроение и техническая эксплуатация водного транспорта» / И. В. Качанов, В. Н. Шарий. – Минск : БНТУ, 2015. – 37 с.
ISBN 978-985-550-107-8.

Методическое пособие содержит необходимые сведения, правила и рекомендации по подготовке, выполнению, оформлению и презентации курсового проекта для студентов-кораблестроителей по дисциплине «Технологии судостроения». Приведены указания для выполнения необходимых расчетов, представления графического материала и разделов пояснительной записки.

УДК 629.5:378.147.091.313 (075.8)

ББК 39.42я 7

ISBN 978-985-550-107-8

© И. В. Качанов,

В. Н. Шарий, 2015

© Белорусский национальный
технический университет, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. ЦЕЛЬ КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....	4
2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	4
3. СОДЕРЖАНИЕ ПРОЕКТА.....	5
4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ПРОЕКТА.....	7
5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ.....	9
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	35
ПРИЛОЖЕНИЕ. Пример оформления задания на проектирование.....	36

ВВЕДЕНИЕ

Методическое пособие устанавливает содержание и объем типового курсового проекта по технологии судостроения для студентов специальности 1-37 03 02 «Кораблестроение и техническая эксплуатация водного транспорта», а также содержит методические указания по выполнению проекта и рекомендации по использованию литературы.

1. ЦЕЛЬ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

В процессе курсового проектирования студент должен научиться практическому применению знаний, приобретенных им при изучении технологии судостроения, а также на производстве. Студент должен изучить и глубоко понять сущность и физический смысл различных технологических процессов, научиться правильно их анализировать, уметь разбираться в причинах и следствиях тех или иных технологических решений, во взаимном влиянии конструктивных, организационных и технологических факторов и, как следствие, быть подготовленным к проектированию и внедрению наиболее рациональных для конкретных производственных условий технологии, технологического оборудования и оснастки.

2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

В задании на курсовое проектирование (приложение) студенту назначаются три группы исходных данных: конструктивные характеристики базового судна, производственные условия его постройки и параметры детали-представителя.

Первая группа данных включает сведения о размерениях, форме и конструктивной разбивке корпуса судна, о толщинах листов обшивки, полотнищ переборок и настилов, системе и расположении набора корпуса, размерах балок набора, о характеристиках сварных соединений и других особенностях конструкций корпуса судна, а также о материале, из которого он изготовлен.

Источниками этих данных являются конструктивные чертежи и другие документы технического проекта заданного судна.

Вторая группа данных включает сведения о серии и годовой программе постройки судов заданного проекта и характеристиках

цехов (участков) изготовления корпусных деталей, предварительной сборки и сварки корпусных конструкций, построечного или ремонтного места, спусковых и судоподъемных средств и др.: количество и размеры пролетов, количество и грузоподъемность кранового оборудования, тип, размеры и количество построечных мест, способ спуска судна на воду и т. д.

Третья группа данных включает в себя характеристики детали-представителя, используемой на судне для постройки корпуса, отделки помещений, ремонта узлов и агрегатов и пр. Как правило, приводятся изображение детали (чертеж, эскиз), а также данные о материале заготовки, годовой потребности в изделиях, средствах автоматизации при его изготовлении.

Эти данные записываются преподавателем-руководителем проекта непосредственно в задание на проектирование.

Вместо назначения количества и размеров пролетов цехов (участков) и построечных мест, а также количества и грузоподъемности кранов преподаватель при составлении задания может потребовать от студента обосновать необходимые значения этих характеристик производства.

Кроме того, в задании на курсовое проектирование указываются конкретные конструкции корпуса судна и наименования, для которых должна быть разработана технология.

3. СОДЕРЖАНИЕ ПРОЕКТА

Курсовой проект оформляется в виде пояснительной записки и чертежей и состоит из двух частей:

- 1) вопросов подготовки производства и принципиальной технологии постройки корпусов судов;
- 2) рабочей технологии изготовления или ремонта отдельных корпусных конструкций и выполнения корпусодостроечных работ либо разработки технологии изготовления детали-представителя и оснастки для ее реализации.

Первая часть проекта включает следующее:

- характеристику заданных или выбранных проектантом производственных условий постройки судна;
- конструктивно-технологическую характеристику строящегося судна;

- обоснование метода постройки судна, схемы формирования корпуса, спуска судна на воду;
- обоснование разбивки корпуса на построечные элементы;
- обоснование схемы припусков;
- обоснование типов и количества оборудования и оснастки для изготовления деталей корпуса, сборки и сварки секций (блоков) или постройки судна на стапеле;
- расчеты производственных площадей и других характеристик соответствующих цехов (участков) или характеристик средств спуска (подъема) судов;
- укрупненную принципиальную технологию постройки судна с ее обоснованием;
- определение по укрупненным показателям необходимого количества материала для корпусов судов, оснастки и сварочных работ.

Вторая часть проекта включает следующие элементы:

- маршрутно-технологическую карту на изготовление типовых деталей заданной конструкции с плановыми эскизами этих деталей;
- технолого-нормировочную карту на изготовление заданной конструкции корпуса с расчетом трудоемкости операций и с обоснованием рациональности выбранной технологии;
- расчеты общих и местных сварочных деформаций заданной конструкции и обоснование мероприятий по их уменьшению или компенсации (если последние оказываются нужными);
- проектирование сборочно-сварочной оснастки (постели, кондуктора или стенда) для изготовления заданной конструкции;
- проектирование штамповой оснастки и подбор кузнечно-прессового оборудования для изготовления детали-представителя.

Все перечисленные разделы включаются в *пояснительную записку* курсового проекта. Кроме того, они иллюстрируются и разъясняются *чертежами и схемами*.

Обязательное содержание чертежей и схем таково:

- а) чертеж-схема разбивки корпуса на построечные элементы: секции, блоки, отсеки, пирамиды, острова;
- б) схема припусков с указанием размеров и этапов удаления припусков на всех монтажных соединениях корпусных конструкций;
- в) схема сварки монтажных соединений корпуса и таблица режимов сварки этих соединений;

г) схема-чертеж последовательности (этапов) изготовления заданной конструкции со схемами последовательности сварки и таблицами ее режимов и с указанием технологических припусков в полотнищах и балках набора на всех этапах;

д) чертеж сборочно-сварочной оснастки для изготовления заданной конструкции;

е) план слипа или построечного места с расположением смежных цехов верфи или завода;

ж) разрез по сборочно-сварочному цеху;

з) сборочный чертеж оснастки со средствами механизации и автоматизации для изготовления детали-представителя.

Допускается совмещение на одном листе графических материалов по пп. *а, б, в* и такое же совмещение графических материалов по пп. *в и г, е и ж*.

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ПРОЕКТА

Задание на курсовое проектирование выдается студенту-очнику в первые две недели с начала 9-го учебного семестра и студенту-заочнику во время его пребывания в университете на очередной сессии.

Процесс курсового проектирования разбивается на четыре этапа:

I этап: разработка вопросов подготовки производства и принципиальной технологии постройки судов, перечисленных в разделе «Содержание проекта»;

II этап: обоснование и разработка маршрутно-технологической карты изготовления типовых корпусных деталей и технологонормировочной карты изготовления заданной конструкции с расчетом трудоемкости;

III этап: расчеты общих и местных сварочных деформаций заданной конструкции и обоснование мероприятий по их уменьшению или компенсации;

IV этап: проектирование сборочно-сварочной оснастки, разработка технологии корпусодостроечных работ согласно заданию, разработка технологии и оснастки, а также подбор оборудования по изготовлению детали-представителя и окончательное оформление курсового проекта.

Помимо соответствующих разделов пояснительной записки на I, II и IV этапах должны быть выполнены следующие графические материалы:

I этап: схема разбивки корпуса на построечные элементы, схема припусков, схема сварки монтажных соединений и таблица режимов этой сварки;

II этап: чертеж слипа или построечного места с расположением цехов верфи (завода), разрез по сборочно-сварочному цеху;

IV этап: чертеж сборочно-сварочной оснастки, сборочный чертеж оснастки со средствами механизации и автоматизации для изготовления детали-представителя.

Курсовой проект выполняется и предьявляется (высылается) на проверку по этапам в сроки, установленные графиком проектирования.

Проверенные задания – этапы курсового проекта вместе с листом замечаний о необходимости доработки – возвращаются студентам с отметкой «принято» или с замечаниями преподавателя.

После приема преподавателем всех этапов-заданий курсового проекта студент комплектует и оформляет пояснительную записку и чертежи и сдает их преподавателю для окончательной проверки и допуска к защите. Требования к оформлению пояснительной записки и чертежей изложены в пособии [1] и представлены в электронном виде на сайте кафедры «Кораблестроение и гидравлика» БНТУ.

Лист с замечаниями преподавателя должен сохраняться студентом вплоть до защиты проекта.

Готовый проект подлежит открытой защите перед комиссией, создаваемой кафедрой «Кораблестроение и гидравлика». Во время защиты студент сжато в течение 10–15 мин докладывает о проекте и отвечает на вопросы членов комиссии и других присутствующих. Доклад должен содержать сообщение о задании и результатах проектирования с четким обоснованием принятых проектантом решений. Вопросы к проектанту могут касаться как непосредственного содержания проекта, так и теоретических вопросов, затронутых в нем.

По указанию преподавателя может практиковаться взаимное рецензирование проектов студентами. В этом случае в своем докладе исполнитель проекта должен ответить на замечания рецензента, а качество рецензии учитывается при оценке знаний студента-рецензента.

Курсовой проект оценивается по десятибалльной системе в зависимости от качества его выполнения и защиты. Проект, получивший неудовлетворительную оценку (три и менее), после исправления или доработки подлежит повторной защите.

Защищенный курсовой проект сдается на кафедру, где хранится в течение полутора лет.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Характеристика производственных условий постройки или ремонта судов должна показать умение проектанта выделить и проанализировать основные признаки производства, влияющие на технологический процесс и организацию постройки судов.

В этом разделе излагаются данные о размерах корпусных цехов или участков, выделяемых для постройки заданных судов (если это задано), о типе и размерах построечного места, о грузоподъемных и транспортных средствах, способе спуска и подъема судов, производственной программе и серийности постройки, об оснащенности и оборудовании корпусных цехов и т. д.

В конце раздела необходимо сделать выводы о влиянии заданных производственных условий на выбор метода постройки или ремонта судна и схемы формирования его корпуса при постройке [1, 2].

Конструктивно-технологическая характеристика судна должна включать данные о его размерах, материале корпуса, толщинах листов обшивки, настилов и переборок, о системе, расположении и профилях набора, расположении переборок настилов, о методах сварки соединений корпуса, предусмотренных в техническом проекте судна.

Также в этот раздел следует включить:

– обоснование выбора материала корпуса независимо от того, принят ли проектантом материал, предусмотренный техническим проектом судна, или выбран самостоятельно;

– оценку рациональности принятых в проекте судна методов сварки корпуса с учетом доли автоматической и полуавтоматической сварки в ее общем объеме по судну;

– анализ влияния конструктивных особенностей корпуса судна на технологические процессы его постройки или ремонта:

влияние формы деталей, толщин листов и профиля балок на выбор методов их изготовления;

влияние конструкции на разбивку корпуса или его ремонтируемой части на построечные элементы и на технологию их изготовления;

влияние размеров и конструкции корпуса на выбор схемы его формирования и метода постройки судна [1–3].

В этот раздел также рекомендуется включить предложения об изменениях деталей и конструктивных элементов корпуса с целью повышения их технологичности и об унификации деталей и технологических узлов [3].

Выбор организационного метода постройки судов (поточно-позиционного, поточно-бригадного или индивидуального) и схемы формирования их корпусов (блочной, отсечной, пирамидальной, островной) должен быть обоснован четкими выводами, вытекающими из предыдущих разделов курсового проекта.

Выбор метода ремонта корпусных конструкций (одного из индустриальных или индивидуального) необходимо обосновать технико-экономическим анализом с учетом характера, повторяемости и границ дефектов, характеристик дефектных конструкций, программы судоремонта, серийности судов, оборудования и производственных мощностей цехов завода.

Разбивка корпуса на построечные элементы или выделение ремонтных элементов (секций, узлов) для индустриального судоремонта должны быть обоснованы перечнем конкретных выводов и решений, вытекающих из трех предыдущих разделов.

При проектировании технологии постройки судов обязательна разбивка корпуса на секции, отсеки, пирамиды или блоки. Также рекомендуется выполнить укрупненное обоснование типов выделяемых из конструкции технологических узлов.

Следует конкретно показать влияние заданных или выбранных проектантом конструктивных или организационных факторов на типы (плоскостные, полуобъемные или объемные) и размеры секций, на расположение монтажных соединений секций, пирамид, отсеков или блоков.

Соответствующий раздел курсового проекта должен содержать перечень основных секций с указанием их веса (табл. 5.1). При этом вес литых и кованных штевней должен прибавляться к общему весу секций.

Таблица 5.1

Разбивка корпуса на секции

Наименование типов секций	№ секции	Все секции
1	2	3

Допускается приближенная оценка веса G_c секций по формуле

$$G_c = \gamma_c S_n \delta_n k, \text{ т,}$$

где γ_c – удельный вес материала секции, т/см³;

S_n – площадь поверхности полотнища секции, см²;

δ_n – средняя толщина полотнища секции, см;

k – коэффициент учета веса набора и других внутренних элементов конструкции секции.

В первом приближении значения коэффициента k могут быть приняты:

для секций переборок и настилов 1,1–1,4;

секций бортов 1,2–1,8;

секций днища 1,5–2,2;

объемных высокобортных секций,

содержащих переборки и настилы 2,0–2,5.

Обоснование схемы припусков может быть произведено либо на основе опытных данных, либо на более высоком инженерном уровне: по результатам расчетов сборочных размеров цепей. В обоих случаях должны быть учтены размеры, сложности конструкции и формы построечных или ремонтных элементов, точность их предварительного изготовления, метод, условия и последовательность формирования или ремонта корпуса [1, 3].

Обоснованию подлежат размеры и расположение секционных (С), стапельных (Ст) и – при блочном способе формирования корпуса – блочных (Б) припусков. Распределение припусков производится в соответствии со следующими общими требованиями:

а) к началу работ по соединению любых двух построечных или ремонтных элементов не должно быть встречных припусков на подлежащих сопряжению кромках полотнищ и набора; если на двух сопрягаемых друг с другом кромках был заложен припуск, то по крайней мере на одной из них он должен быть удален заранее – на более раннем сборочном этапе (это называется обработкой кромки в «чистые» размеры);

б) как правило, монтажные кромки закладной секции (блока) должны быть заранее обработаны в «чистые» размеры, а также того из каждого двух соединяемых друг с другом построечных или ремонтных элементов, который первым устанавливается в корпус судна.

Выбор технологической схемы (укрупненной номенклатуры и последовательности основных технологических операций) изготовления деталей и конструкций корпуса судна или ремонта последних, выбор технологического оборудования и оснастки и расчеты требующихся производственных площадей должны основываться на технико-экономических анализах.

Определение технологических схем изготовления деталей корпуса, технологического и кранового оборудования, размеров и площади пролетов корпусообрабатывающего цеха (участка) следует производить по методике, изложенной в [1, гл. VI–§ 8] и [4, § 30, 31, 32].

При выборе технологических схем и сборочно-сварочной оснастки для изготовления секций корпусов судов однотипные (близкие друг к другу по конструкции и размерам) секции следует объединять в группы – днищевые, объемные высокобортные, бортовые, палубные с криволинейными обводами, плоские палубы и платформы, переборки; выбрать из всех групп по одной типовой секции и для каждой такой секции произвести анализ изменения себестоимости при нескольких вариантах технологии изготовления и оснастки.

Расчетная формула имеет вид

$$c_i = \frac{O_i}{t_{H_i} G_{T.c}} + \frac{(\Xi_i + I_i)g}{G_{T.c}}, \text{ руб./т,}$$

где c – относительная сумма наиболее чувствительных к технологическим схемам и сборочно-сварочной оснастке переменных статей себестоимости секций;

i – порядковый номер варианта технологической схемы и сборочно-сварочной оснастки;

O_i – себестоимость изготовления i -го варианта оснастки, руб.;

$t_{ни}$ – нормативный срок окупаемости i -го варианта оснастки, год;

\mathcal{E}_i – затраты на эксплуатацию (монтаж, переналадку, проверку, ремонт, демонтаж) оснастки, отнесенные к одному циклу ее эксплуатации (циклы эксплуатации – периоды между двумя последовательными закладками на оснастке секций), руб.;

I_i – трудоемкость изготовления типовой секции при i -м варианте технологической схемы и оснастки, руб.;

$G_{т.с}$ – вес типовой секции, т;

g – годовая программа изготовления типовой секции, шт.

Для каждой группы однотипных секций выбираются та технологическая схема изготовления и тот вариант сборочно-сварочной оснастки (один из типов универсальных или специальных постелей либо плоских стендов), при которых величина c_i для типовой секции этой группы оказалась минимальной.

Значения O , \mathcal{E} и I определяются по справочным материалам согласно данным, собранным проектантом на производстве.

Величины O , \mathcal{E} и I могут быть найдены из выражений

$$O = oS_0, \text{ руб.};$$

$$\mathcal{E} = \varepsilon S_0, \text{ руб.};$$

$$I = T_{и} G_{т.с}, \text{ руб.},$$

где o – себестоимость 1 м² оснастки, руб./м²;

S_0 – площадь горизонтальной проекции оснастки, м²;

ε – относительные затраты на эксплуатацию оснастки, руб./м²;

$T_{и}$ – относительная трудоемкость изготовления типовой секции по принятой в расчете технологической схеме, руб./т.

Для основных типов оснастки значения O могут быть взяты из графы 5 табл. 5.2. Для получения значений \mathcal{E} величины из графы 6 той же таблицы следует умножить на 0,5.

Таблица 5.2

Технико-экономические показатели сборочно-сварочной оснастки (постелей и стенов)

1 Наименование конструкций оснастки	2 Область применения (секции)	3 Расход металла на 1 м ²	4 Трудоёмкость изготовления на 1 м ² , н-ч	5 Себестоимость изготовления на 1 м ² , у. е.	6 Трудоёмкость настройки на 1 м ² , н-ч
1. Специальная объемная наклоняемая односторонняя постель	Днищевые Палубные	150–220 100–150	10–15 7–10	20–30 14–20	– –
2. Специальная объемная двусторонняя (групповая) постель	Бортовые Бортовые Палубные	120–230 150–200 100–160	8–16 10–14 7–11	16–32 20–28 14–22	– – –
3. Специальная стоечная постель	Днищевые Бортовые Палубные	60–110 20–50 40–60	4–7 2–3 2–4	8–15 4–7 4–8	– – –
4. Съёмные лекала (групповая специальная постель)	Бортовые	70–130	5–9	10–18	–
5. Специальная объемная наклоняемая односторонняя постель	Днищевые	230–860	16–25	32–45	–
6. Универсальная постель с передвижными балками и винтовыми коксами	Днищевые Палубные	320 240	81 75	95 83	0,33 0,15

Продолжение табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
7. Стенд-постель с передвижными трубчатыми коксами	Днищевые Палубные	300	25	41	0,28
8. Универсальная постель с неподвижными балками и лекальными заполнителями	Днищевые Бортовые	130	12	19	0,52
9. Постель с передвижными балками и телескопическими коксами	Днищевые Палубные Бортовые	290	52	71	0,32
10. Универсальная постель из взаимозаменяемых блоков	Днищевые Бортовые Палубные	285	25	44	–
11. Постель со звенно-поворотными подлекальными балками	Днищевые Объемные высокобортные	210	32	47	0,45
12. Универсальная сточная постель с регулируемыми стойками	Днищевые Бортовые Палубные	201	58	29	0,22
13. Постель с передвижными железобетонными балками и трубчатыми стойками	Днищевые Бортовые Палубные	116	13	24	0,32

Продолжение табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
14. Универсальная лекальная постель с железобетонными тумбами и полом-фундаментом	Днищевые Бортовые Палубные	92	11	20	0,30
15. Универсальная стоечная постель с железобетонным полом-фундаментом	Днищевые Бортовые Палубные	160	13	28	0,25
16. Литой металлический стенд	Проверка и правка конструкций	1100	–	–	–
17. Сварной металлический стенд со сплошным настилом	Сборка и сварка плоских секций, а также объемных секций, имеющих плоские базы	190–210	13–15	26–30	–
18. Сварной металлический стенд для установки лекал	Бортовые	100–150	7–10	14–20	–
19. Стенд электромагнитный с передвижными балками	Сборка и сварка плоских полозниц	310	25	53	–

Окончание табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
20. Стенд электромагнитный двухкрестовый	Сборка и сварка плоских поло- тнниц	180	15	35	–
21. Стенд электромагнитный однолинейный	Сборка и сварка полотниц	230	22	45	–
22. Стенд с передвижными балками и флюсовыми подушками	Сборка и сварка полотниц	260	20	41	–
23. Стенд железобетонный со сплошным настилом из листового металла	Сборка и сварка плоских секций	90	8	18	–
24. Стенд железобетонный многоопорный с продольными и поперечными балками	Сборка и сварка плоских секций	40	7	13	–
25. Стенд из тавровых металлических балок, забетонированных в бетонном основании	Сборка и сварка плоских секций	55	6	14	–

Примечание. В пп. 19–22 трудоемкость и себестоимость приведены только для металлоконструкций.

Количество единиц универсальной или специальной групповой оснастки выбранного типа n_o для каждой типовой группы секций определяется по формуле

$$n_o = \frac{\Pi}{P} n_{\text{сек}} = \frac{T_o n_{\text{сек}}}{\text{Ч} m N P},$$

где Π – продолжительность изготовления типовой секции, дни;
 P – ритм производства, дни:

$$P = \frac{D}{H},$$

где D – количество рабочих дней в году;

H – годовая программа постройки (ремонта) судов;

$n_{\text{сек}}$ – количество секций корпуса судна в рассматриваемой типовой группе;

T_o – трудоемкость изготовления типовой секции на оснастке, н-ч;

Ч – продолжительность рабочего дня, ч;

m – коэффициент учета выполнения норм рабочими ведущими профессий;

N – среднее количество рабочих ведущих профессий, одновременно работающих на типовой секции.

По той же формуле определяется количество стендов для достройки секций с криволинейными обводами после их снятия с постелей.

Количество единиц $n_{o,и}$ специальной индивидуальной оснастки равно числу изготавливаемых на ней секций $n_{\text{сек}}$:

$$n_{o,и} = n_{\text{сек}}.$$

Размеры площадок, необходимых для размещения и обслуживания сборочно-сварочной оснастки, требующиеся производственные площади и крановое оборудование сборочно-сварочного цеха (участка), размеры и количество пролетов, определяются по методике, изложенной в [1] и [4].

Размеры цехов (участков) изготовления блоков, а также построечных или ремонтных мест и конструктивные характеристики средств для подъема (осушения) и спуска на воду судов определяются так, как изложено в [4] и [5].

Укрупненная принципиальная технология постройки судна содержит перечисленные ниже этапы работ и указания по их выполнению:

– *плазовые работы и изготовление деталей корпуса*: способ плазовой разбивки; виды и способы получения плазовой оснастки; способы хранения, подачи и предварительной обработки материала – очистки или расконсервирования, пассивирования, правки; методы и маршруты изготовления деталей, основное оборудование; методы комплектации и хранения; вопросы техники безопасности; способы контроля [1];

– *предварительное изготовление корпусных конструкций*: типы узлов и секций; линии их изготовления (при серийных работах); типы оборудования и оснастки; принципиальные указания по способам и технологии выполнения сборочных, сварочных, проверочных и других работ, по способам кантовки и транспортировки крупногабаритных конструкций; методы комплектации изготовленных технологических узлов и конструкций; указания по насыщению секций и блоков; вопросы техники безопасности; методы контроля [1];

– *стапельные работы*: подъем и спуск судов, схема формирования корпуса; принципиальные указания по методам и технологии выполнения сборочных, сварочных, проверочных и других работ по формированию корпуса; стапельная оснастка и оборудование; метод спуска судна на воду, спусковая оснастка и оборудование; указания по насыщению корпуса в период его формирования; методы испытания корпуса; методы контроля; вопросы техники безопасности [1];

– *корпусодостроечные работы и сдача судна*: укрупненный перечень корпусодостроечных, механомонтажных и электромонтажных работ с указанием этапов постройки судна, на которых они выполняются, и с обязательным разделением работ, выполняемых до и после спуска судна на воду; указания по сдаточным испытаниям судна; вопросы техники безопасности [1].

Укрупненное нормирование расхода материала Q_0 на сборочно-сварочную оснастку (постели и стенды) производится по формуле

$$Q_o = \sum_{i=1}^{i=n} \sum_{j=1}^{j=m} S_{o_{ij}} M_{o_{ij}} m,$$

где m_o – металлоемкость оснастки, т/м², определяемая по справочным данным (см. табл. 5.2) или по данным, собранным на производстве;

i – порядковый номер типовой группы секций;

j – порядковый номер постели для секции в i -й типовой группе;

n – количество типовых групп секций;

m – количество постелей для секций i -й типовой группы.

Укрупненное нормирование расхода материала на корпуса судов $Q_{с.г}$ для обеспечения годовой программы их постройки рекомендуется производить по формуле

$$Q_{с.г} = \frac{G_k}{k_{и}}, \text{ т},$$

где G_k – вес металлического корпуса судна, т;

$k_{и}$ – коэффициент использования металла (принимается равным 0,80–0,90).

Потребность $Q_{с.т}$ в металле на специальную оснастку для стапельной сборки и спуска определяется из выражения

$$Q_{с.т} = G_k (A_1 + A_2 + A_3) n_{ст},$$

где $n_{ст}$ – количество стапельных мест;

A_1 – коэффициент учета потребности в металле на стапель-кондукторы и стапель-постели;

A_2 – коэффициент учета потребности в металле на леса в оконечностях, монтажные рамы и раскрепления;

A_3 – коэффициент учета потребности в металле на спусковое устройство при спуске с наклонного стапеля.

Каждый из коэффициентов A_1 , A_2 и A_3 следует вводить в расчетную формулу только в том случае, если принципиальной технологией предусмотрено применение соответствующей оснастки или способа спуска. Значения этих коэффициентов определяются из табл. 5.3.

Таблица 5.3

Значения коэффициентов A_1 , A_2 и A_3 для расчета потребности в металле на специальную оснастку

G_k , т	A_1	A_2	A_3
100	0,085	0,065	0,035
500	0,065	0,050	0,041
1000	0,050	0,039	0,045
2000	0,032	0,018	0,048
4000	–	0,011	0,053
6000	–	0,010	0,070

Маршрутно-технологическая карта на изготовление деталей в курсовом проекте выполняется по форме табл. 5.4.

Таблица 5.4

Маршрутно-технологическая карта на изготовление деталей

Плазовые эскизы типовых деталей	Маршруты обработки	Оборудование	Примечание
1	2	3	4

Плазовые эскизы должны быть выполнены в полном соответствии с требованиями к их оформлению. На них должны быть нанесены все стрелки нужных размеров, обозначения толщин, профилей и т. п. без численных значений этих величин.

Выбор маршрутов обработки и оборудования должен быть произведен в соответствии с записанными выше положениями принципиальной технологии.

Технологическая-нормировочная карта на изготовление заданной корпусной конструкции должна быть выполнена по форме табл. 5.5.

Таблица 5.5

Технологическо-нормировочная карта на изготовление корпусной конструкции

Содержание операций и объем работ	Виды работ	Кол-во и разряды рабочих	Трудоемкость, н-ч	Зарплата, руб.	Примечание
1	2	3	4	5	6

В графе 1 табл. 5.5 последовательно и подробно записываются все технологические операции по изготовлению заданной конструкции с указанием данных, нужных для их выполнения и нормирования трудоемкости: номеров деталей и технологических узлов, с которыми производится та или иная операция, длин и пространственных положений сопряжений и сварных соединений, способов сварки и т. д.

В графе 2 против каждой операции записываются виды работ: сборка, сварка, разметка, проверка и т. п. Запись производится в столбик.

Графы 3 и 4 заполняются по результатам технического нормирования работ. Количество рабочих и норма времени записываются для каждого вида работ в той же строке, например: сборка 1/5, 1/3 (т. е. один сборщик 5-го разряда и один сборщик 3-го разряда); 50 н-ч.

Графа 5 заполняется следующим образом: стоимость 1 н-ч среднего разряда (по данным тарифно-квалификационных справочников) умножается на трудоемкость, указанную на данной строке в графе 4.

Расчеты трудоемкости основных операций выполняются по соответствующим отраслевым или заводским нормативам либо данным [7, 8] и должны быть включены в этот же раздел пояснительной записки после технологическо-нормировочной карты.

Здесь же должно быть помещено обоснование рациональности принятой технологии, заключающееся в сравнении трудоемкости работ при выбранном и других возможных вариантах.

Расчеты общих и местных сварочных деформаций конструкции должны выполняться по методике ЦНИИ технологии судостроения [9, 10]. Для стальных ненапряженных конструкций с целью сокращения трудоемкости расчетов определение относительных объемов продольного укорочения сварных соединений рекомендуется производить по формуле

$$v = 3,6 \cdot 10^{-6} q_{п}, \text{ кал/см}^2,$$

где $q_{п}$ – эффективная погонная тепловая энергия сварки.

Определение относительных объемов поперечного укорочения сварных соединений выполняется по формуле

$$\omega = \xi q_{п1}, \text{ см}^2,$$

где ξ – коэффициент жесткости закрепления, $\text{см}^3/\text{кал}$, значения которого могут быть найдены по графику на рис. 5.1;

$q_{п1}$ – эффективная погонная тепловая энергия сварки, которая попадает в рассчитываемый элемент соединения, кал/см .

Для угловых (тавровых) сварных соединений в полотно $q_{п1} = q_{п}$ или в ребро $q_{п1} = q_{п,р}$; для стыковых сварных соединений $q_{п1} = q_{п}$.

Расчеты сварочных деформаций должны иллюстрироваться эскизами конструкции (общий вид и сечения) с основными ее размерами и поэтапными эскизами элементов конструкции и условных балок с обозначением всех сварных соединений. Для наглядности поэтапные эскизы могут быть выполнены в аксонометрии.

Обоснование мероприятий по уменьшению или компенсации сварочных деформаций должно проводиться, только если последние превышают допускаемые величины. В этих случаях обоснование должно содержать не перечень общих рекомендаций, а конкретные мероприятия, выбранные проектантом, с подробным изложением их сущности, технологии выполнения и с численным подтверждением их эффективности.

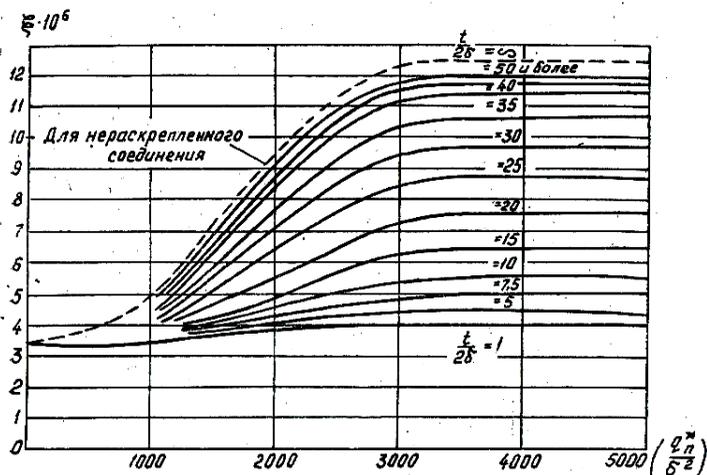


Рис. 5.1. Зависимость для определения коэффициента жесткости закрепления при расчетах объемов поперечного укорочения сварных соединений (по С. А. Кузьминову) [10]:

t – расстояние между ребрами, пересекающими сварное соединение, см;
 δ – толщина вводимого в расчет элемента сварного соединения, см

Проектирование оснастки должно включать выбор ее конструкции, положения основания и расстояний между несущими связями, а также расчеты размеров основных несущих связей, необходимых для обеспечения их прочности и жесткости.

Применение стоечных (коксовых) постелей допустимо лишь для изготовления секций на наборе, а для изготовления секций на полотнищах – при толщинах последних $\delta \geq 8$ мм в случае продольной системы набора и $\delta \geq 12$ мм в случае поперечной системы набора. Дополнительное требование к стоечным (коксовым) постелям состоит в том, что уклоны их рабочей поверхности должны находиться в пределах

$$\operatorname{tg} \alpha_{\max} < f,$$

где α_{\max} – наибольший угол наклона к горизонту продольных или поперечных обводов рабочей поверхности постели;

f – коэффициент трения материала полотнища секции по материалу постели.

В остальных случаях должны применяться лекальные постели.

При выборе положения основания постели относительно главных плоскостей (ОП, ДП, мидель-шпангоут) судна, к которому принадлежит изготавливаемая секция, следует добиваться, чтобы продольные и поперечные уклоны рабочей поверхности постели, образуемой верхними кромками лекал или стоек (коксов), были минимальными и там, где это возможно, не превышали 7° . Соблюдение этого требования обеспечивает самоторможение деталей секции, уложенных на постель, удобство выполнения и возможность механизации сборочных операций, возможность сварки под флюсом.

Расчетный выбор расстояний между лекалами или стойками постелей (их шпации a_n) производится исходя из требования, чтобы стрелки t прогиба полотнищ (обшивки) изготавливаемых секций в пролетах между лекалами (стойками) не превышали 3 мм.

Максимальные значения стрелок t провисания листов стальных полотнищ секций на лекальных постелях при расстояниях a_n между лекалами определяются с помощью графика на рис. 5.2 следующим образом:

а) если набор главного направления секции пересекает плоскости, в которых расположены лекала, с графика снимаются значения $t/\cos\alpha$ и умножаются на косинус минимального в пределах постели угла α наклона к горизонту поперечных обводов секции;

б) если набор главного направления секции не пересекает плоскостей, в которых расположены лекала, значения t , найденные с помощью графика, должны быть увеличены в 1,5 раза для бортовых и палубных и в 2 раза для днищевых секций.

Если материал полотнища – не сталь, найденные с помощью графика на рис. 5.2 значения t следует умножить на $0,13\gamma_n$, где γ_n – удельный вес материала полотнища t/m^3 .

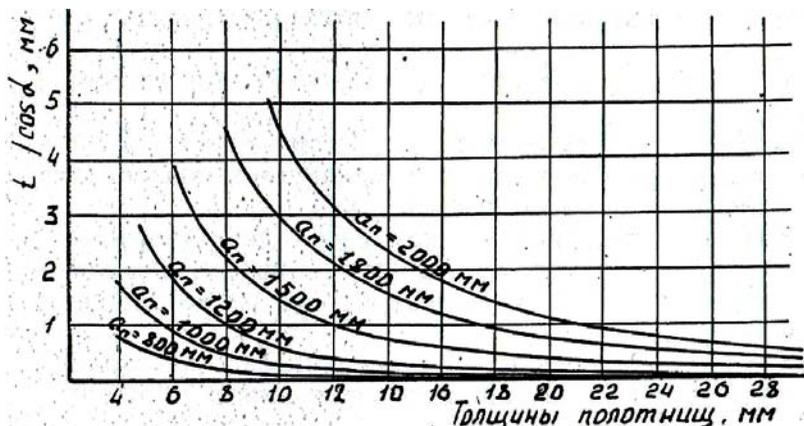


Рис. 5.2. Зависимость максимальных провисаний полотнищ между лекалами постелей при различных значениях a_n и толщины листов

Максимальные значения стрелок t провисания полотнищ секций на стоечных (коксовых) постелях также определяются с помощью графика на рис. 5.2, но по следующей методике:

а) расстояния между стойками предварительно назначаются исходя из того, что каждый лист (или панель) полотнища секции опирается не менее чем на два продольных и два поперечных ряда стоек (кокс);

б) поочередно определяются, как указано для лекальных постелей, стрелки $t_{\max \text{ поп}}$ и $t_{\max \text{ прод}}$ между двумя соседними стойками в поперечном и продольном рядах;

в) вычисляется стрелка t_{\max} в центре пролета постели:

$$t_{\max} = t_{\max \text{ поп}} + t_{\max \text{ прод}}, \text{ мм.}$$

Размеры сечений несущих связей постели – лекал, связей между ними, стоек (кокс) – и их составных элементов должны определяться исходя из условия, чтобы в процессе эксплуатации постели при действии весовых, сборочных и сварочных нагрузок эти связи не получали остаточных пластических деформаций, а их упругие деформации не превышали 3 мм до тех пор, пока не будут окончательно установлены все детали, узлы и подсекции изготавливаемой

секции, которые определяют ее форму и размеры. При этом должна учитываться совместная работа постели и закрепленной к ней секции.

Подбор сечений лекальных балок (или рам) и связей между ними в общем случае должен основываться на результатах расчетов их общей прочности и жесткости, а также местной прочности и жесткости их составных элементов. Минимальные значения моментов инерции $I_{п\ min}$ и сопротивления $W_{п\ min}$ рассчитываемой связи и ее составных элементов должны удовлетворять наиболее опасной из перечисленных ниже расчетных ситуаций.

Общая прочность лекальной балки (рамы) либо связи второго направления обеспечивается при соблюдении неравенства

$$W_{п\ min} \geq \frac{M_{\max}}{\sigma_{\text{доп}}}, \text{ см}^3,$$

а для постелей, на которых должны изготавливаться секции с высотой рамного набора (ВК, стрингеры, шпангоуты, бимсы, карлингсы) 400–1000 мм, кроме того, – неравенства

$$I_{п\ min} \geq \frac{M_{\text{св}} z_{п}}{\sigma_{\text{доп}}} - \frac{E_{\text{с}}}{E_{п}} I_{\text{с}}, \text{ см}^4,$$

где M_{\max} – наибольший изгибающий момент в сечениях рассчитываемой связи, возникающий под действием сборочной нагрузки $P_{\text{сб}}$, прилагаемой к постели при обжатии к ней листов полотнища секции, кг·см;

$M_{\text{св}}$ – сварочный изгибающий момент, обусловленный общим изгибом прикрепленной к постели секции при сварке элементов ее продольного и поперечного рамного набора между собой, кг·см;

$z_{п}$ – отстояние наиболее удаленного краевого волокна рассчитываемой связи постели от ее центральной оси, см;

$\sigma_{\text{доп}}$ – допускаемое напряжение в рассчитываемой связи, кг/см²;

$I_{\text{с}}$ – момент инерции сечения условно выделяемой из секции балки, работающей совместно с рассчитываемой связью постели, на этапе сварки элементов продольного и поперечного рамного набора между собой, см⁴;

$E_{\text{с}}, E_{п}$ – модули упругости материала секции и постели, кг/см².

Получение нулевого или отрицательного значения $I_{\text{п min}}$ означает, что напряжения в связях постели при изготовлении данной секции никогда не превышают допускаемых.

При вычислении M_{max} величина $P_{\text{сб}}$ принимается равной усилию, развиваемому прижимным устройством, или весу технологического груза; размеры и количество пролетов рассчитываемой связи и вид расчетных опор определяются условиями закрепления связей двух направлений друг к другу и к основанию; сила $P_{\text{сб}}$ прилагается по середине концевого или второго пролета.

Величина $M_{\text{св}}$ вычисляется по формуле

$$M_{\text{св}} = c_{\text{св}} E_c I_c, \text{ кг} \cdot \text{см},$$

где $c_{\text{св}}$ – кривизна условной балки секции, работающей совместно с рассчитываемой несущей связью постели, возникающая при сварке элементов ее продольного и поперечного рамного набора между собой и определяемая в расчете общих сварочных деформаций секции, 1/см.

Величиной $z_{\text{п}}$, как и высотой рассчитываемой связи, задаются при проектировании постели, причем $z_{\text{п}}$ принимается равным 0,6–0,8 высоты связи.

Необходимый момент инерции несущей связи лекальной постели из условия обеспечения требуемой ее жесткости может быть вычислен применительно к постелям для днищевых, бортовых, палубных секций по формуле

$$I_{\text{п}} = \frac{M_{\text{св}}}{24E_{\text{п}}} l_{\text{п}}^2, \text{ см}^4,$$

где $l_{\text{п}}$ – длина пролета рассчитываемой несущей связи, см.

Требуемая жесткость постели может быть обеспечена регулированием значений $I_{\text{п}}$ и $l_{\text{п}}$.

Средний момент инерции сечения лекальной рамы постели для высокооборотной объемной секции, исходя из того же условия, должен быть не менее

$$I_{\Pi} = \frac{M_{\text{св}}}{6E_{\Pi}} h_{\Pi}^2, \text{ см}^4,$$

где h_{Π} – высота лекальной рамы до монтажного паза секции, см.

Содержание и методика проверки местной прочности и жесткости элементов несущей связи постели определяется конструктивным оформлением этой связи. Если рассчитываемая связь имеет листовую конструкцию, требуется проверка ее устойчивости под действием сборочной или весовой нагрузки, приложенной к верхней кромке связи. Если рассчитываемая связь имеет рамную конструкцию, требуется расчет рамы, верхние стержни которой нагружены той же нагрузкой.

Для крупногабаритных объемных постелей, условия эксплуатации которых предусматривают их транспортировку, кроме перечисленных расчетов требуется также проверка прочности несущих связей, к которым крепятся стропы, во время подъема постели краном.

Для стоечных постелей сечение стоек рассчитывается так:

1. Секция условно расчленяется на продольные и поперечные балки, опирающиеся на соответствующие ряды стоек.

Каждая стойка рассматривается как опора двух взаимопересекающихся балок, и для нее определяется полное осевое усиление R . Выбирается наиболее нагруженная стойка, для которой ведется дальнейший расчет.

2. Определяется требуемый момент инерции сечения стойки $I_{\text{ст}}$ для случая шарнирноскользящего соединения ее с обшивкой секции:

$$I_{\text{ст}} \geq \frac{8h^2}{\eta\pi^2 E} R_{\text{max}},$$

где η – коэффициент, учитывающий влияние напряжения на величину E ;

h – высота стойки, которой следует задаться.

По значению $I_{\text{ст}}$ с некоторым запасом подбирается профиль стойки.

3. Вычисляется поперечная сила N , действующая на верхний конец стойки в случае жесткого соединения ее с обшивкой секции:

$$N = \frac{3f_{ст} I_{ст}}{h^3},$$

где

$$f_{ст} = \sqrt{(a\varepsilon_{прод})^2 + (b\varepsilon_{поп})^2};$$

$\varepsilon_{прод}$ и $\varepsilon_{поп}$ – относительные продольные и поперечные укорочения секции при сварке;

a и b – отстояния расчетной стойки от середины пролетов продольной и поперечной балок.

4. Находится момент в опорном сечении сжато-изогнутой стойки:

$$M_{\max} = \frac{tgkh}{k}.$$

5. Максимальные напряжения в сжато-изогнутой стойке сравниваются с допускаемыми:

$$\frac{R_{\max}}{F_{ст}} + \frac{M_{\max}}{W_{ст \min}} \leq \sigma_{\text{доп}},$$

где $F_{ст}$ и $W_{ст \min}$ – площадь и минимальный момент сопротивления сечения стойки.

Если последнее неравенство не соблюдается, необходимо выбрать новый, увеличенный профиль стойки и повторить расчет по пп. 3, 4, 5.

В технологических процессах выполнения заданных корпусостроительных работ должно быть указано содержание операций, их последовательность, инструмент и приспособления, основные и вспомогательные материалы. Рекомендуется выполнение этого раздела по форме табл. 5.6.

Выполнение заданных корпусодостроечных работ

Наименование работ				
Содержание операций	Инструмент и приспособления	Материалы		Примечание
		Основные	Вспомогательные	

Чертеж-схема разбивки корпуса судна на построечные элементы и строительные районы, совмещенные со схемой припусков, должен быть согласован с соответствующими разделами пояснительной записки. В нем содержатся боковой вид судна, планы по палубам и сечение по поперечной переборке. Показ конструктивных элементов корпуса следует ограничить только обводами судна и пунктирными линиями внутреннего дна (борта), переборок, палуб и платформ.

Необходимо четко показать монтажные соединения построечных элементов. Их расположение должно быть согласовано с расположением стыков и пазов обшивки и настилов на конструктивных чертежах и чертежах растяжки наружной обшивки технического проекта судна.

На всех монтажных соединениях указываются размеры припусков и этапы их удаления. Если припуск по кромке детали, примыкающей к монтажному соединению, не назначен, это иллюстрируется обозначением 0.

Таблица режимов сварки элементов сварных конструкции должна быть выполнена по форме, указанной выше (табл. 5.7).

На схемах сварки монтажных соединений стрелками указываются основные направления сварки и цифрами у стрелок – последовательность сварки.

Также на этом чертеже должны быть указаны технические условия на сборку и сварку корпуса – допуски на отклонения его размеров и формы.

Таблица 5.7

Режимы сварки монтажных соединений корпуса

Наименование и типы сварных соединений	Положение сварного шва	Способ сварки	Кол-во проходов	Электрод (проволока)		Флюс или защитный газ (марка или наименование)	Режим сварки		
				Марка	Диаметр, мм		$I_{св}, A$	$u_{д}, B$	$v_{св}, см/с$

Рабочие чертежи заданной конструкции и оснастки для ее изготовления должны содержать все виды и сечения этих объектов, нумерацию всех деталей, обозначения сварки во всех сварных соединениях, спецификацию, техусловия.

Чертеж последовательности изготовления или ремонта заданной конструкции состоит из ряда схем (эскизов), соответствующих основным этапам выполнения работ. Содержание работ на каждом этапе укрупнено излагается в надписях у эскизов.

На эскизах номерами (цифрами) и стрелками должны быть показаны последовательность и направление выполнения сборочных и сварочных операций.

Разработка технологического процесса изготовления детали-представителя содержит перечисленные ниже этапы работ и указания по их выполнению.

Описание и назначение детали. Указываются исходные данные на деталь – материал, годовая программа выпуска, назначение и использование на судне, приводится эскиз детали.

Обоснование выбора технологического процесса изготовления детали. Проводится анализ технологичности изделия и определяется способ ее изготовления (штамповкой за один или более переходов), а также указывается тип инструмента, например штамп последовательного действия.

Расчет заготовки для штамповки. Выполняются расчеты по определению длины развертки (гибка) или формы заготовки (вытяжка, отбортовка и пр.) по методике, изложенной в [10, 11].

Раскрой материала на заготовки. Выбирается размер стандартной заготовки из номенклатуры выпускаемого отечественной или зарубежной промышленностью листового или полосового материала и выполняется его оптимальный раскрой на штрипсы или карточки (штучные заготовки). Схема раскроя приводится в тексте пояснительной записки с указанием необходимых размеров.

Коэффициент использования металла определяется по методике, изложенной в [10–12].

Маршрутная технология изготовления детали. Описывается последовательность получения штучной заготовки с указанием операций штамповки.

Расчет технологических усилий штамповки выполняется по методике, представленной в [10–12]. Конечной целью является определение технологического усилия и усилия пресса.

Выбор оборудования и его краткая характеристика. По результатам расчета усилия пресса выполняют подбор оборудования (кровошипных или гидравлических прессов) с соответствующим или большим усилием. В пояснительной записке данные рекомендуется оформлять по форме табл. 5.8 (на примере пресса КД2124К).

Таблица 5.8

Техническая характеристика пресса КД2124К

Номинальное усилие, кН	250
Ход ползуна, мм	5–100
Частота ходов ползуна, мин ⁻¹ : непрерывных	180
одиночных	56
Расстояние между столом и ползуном, мм	280
Мощность, кВт	4,2
Габарит, мм	1200×1220×2410
Масса, кг	2200

Организация рабочего места. Выполняется описание этапов организации трудового процесса и рабочего места. В пояснительной записке приводится схема организации рабочего места штамповщика.

Схема штампа. Сборочный чертеж штампа вычерчивается на листе формата А1 и А3 (если операционный эскиз не помещается на первом листе формата А1) с выполнением необходимых сечений и разрезов. Оформление – по требованиям ЕСКД. В тексте пояснительной записки дополнительно приводится схема штампа с описанием его работы.

Расчет и описание работы средств механизации и автоматизации выполняется на основании исходных данных по методике, изложенной в [11]. Выбранная конструкция, например валковой подачи, вычерчивается на одном листе вместе со штампом, а в тексте пояснительной записки приводятся схема и описание работы устройства.

Техника безопасности. Описываются мероприятия по ОТ и ТБ при работе на прессе в зависимости от выбранной схемы и способа штамповки.

Расчет экономической эффективности предложенного техпроцесса выполняется по методике, изложенной в [14], и заключается в сопоставлении единовременных затрат на изготовление более сложной технологической оснастки с ожидаемой экономией на производственной заработной плате, расходе штампуемого материала и цеховых расходах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Технология судостроения / В. Л. Александров [и др.]. – СПб. : Профессия, 2003. – 344 с.
2. Технология судостроения / В. Д. Мацкевич [и др.] ; под общ. ред. В. Д. Мацкевича. – Л. : Судостроение, 1971. – 351 с.
3. Глозман, М. К. Технологичность конструкций корпуса судна / М. К. Глозман, А. Л. Васильев. – Л. : Судостроение, 1971.
4. Сырков, А. К. Основы технологического проектирования судостроительных верфей и цехов / А. К. Сырков. – Л. : Судостроение, 1970.
5. Гецов, И. Е. Проектирование судоремонтных и судостроительных предприятий / И. Е. Гецов. – М. : Транспорт, 1970.
6. Гуревич, И. М. Механизация трудоемких корпусных работ в судоремонте / И. М. Гуревич. – М. : Транспорт, 1967.
7. Гордон, Р. Н. Новые принципы технического нормирования в судостроении / Р. Н. Гордон. – Л. : Судостроение, 1973.
8. Поляков, И. Ф. Техническое нормирование корпусных работ / И. Ф. Поляков, В. Ф. Коврыжкин. – Л. : Судпромгиз, 1960.
9. Корпуса металлических судов. Методика определения сварочных деформаций и мероприятия по борьбе с ними : руководящий технический материал РС-707-67. – М. : Министерство судостроительной промышленности СССР, 1968.
10. Кузьминов, С. А. Сварочные деформации судовых корпусных конструкций / С. А. Кузьминов. – Л. : Судостроение, 1974.
11. Романовский, В. П. Справочник по холодной штамповке / В. П. Романовский. – 6-е изд. – М. : Машиностроение, 1979. – 520 с.
12. Дурандин, М. М. Штампы для холодной штамповки мелких деталей : альбом конструкций и схем / М. М. Дурандин, Н. П. Рымзин, Н. А. Шихов. – М. : Машиностроение, 1978. – 108 с.
13. Мещерин, В. Т. Листовая штамповка : атлас схем / В. Т. Мещерин – 3-е изд. исправ. и доп. – М. : Машиностроение, 1975. – 227 с.
14. Горячая и листовая штамповка, кузнечно-прессовое оборудование. Научно-исследовательская тематика : методическое пособие по дипломному проектированию для студентов специальности 1-36 01 05 «Машины и технология обработки материалов давлением» / П. С. Овчинников [и др.] ; под общ. ред. Л. А. Исаевича. – Минск : БНТУ, 2012.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Пример оформления задания на проектирование

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет энергетического строительства

Утверждаю

Зав. кафедрой _____ И. В. Качанов

« » _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ ПО КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ

Обучающемуся _____

1. Тема курсового проекта «Технология и организация постройки корпуса танкера»

2. Сроки сдачи законченного проекта 15–25 декабря 2014 г.

3. Исходные данные к проекту

3.1. Тип судна – _____

3.2. Главные размерения – $L_{\max} =$ _____ ; $L =$ _____ ; $B =$ _____ ; $H =$ _____ ; $T =$ _____ ;

$D =$ _____

3.3. Энергетическая установка – _____

3.4. Деталь № _____ , вариант _____

3.5. Материал детали – _____

3.6. Тип производства детали – _____

4. Содержание расчетно-пояснительной записки

4.1. Краткая конструктивно-технологическая характеристика расчетного судна.

4.2. Выбор и обоснование метода постройки; разделение корпуса на секции.

4.3. Характеристика судостроительного предприятия.

4.4. Разработка технологии выполнения основных работ при формировании корпуса.

4.5. Разработка технологии изготовления детали-представителя.

4.6. Техника безопасности.

Учебное издание

КАЧАНОВ Игорь Владимирович
ШАРИЙ Василий Николаевич

ТЕХНОЛОГИИ СУДОСТРОЕНИЯ

Методическое пособие
по выполнению курсового проекта
для студентов специальности
1-37 03 02 «Кораблестроение и техническая эксплуатация
водного транспорта»

Редактор *Т. Н. Микулик*
Компьютерная верстка *А. Г. Занкевич*

Подписано в печать 26.01.2015. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 2,21. Уч.-изд. л. 1,73. Тираж 100. Заказ 1337.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.

