

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМ. К.И. САТПАЕВА

Институт промышленной инженерии

Кафедра «Подъемно-транспортные машины и гидравлика»



УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС  
ДИСЦИПЛИНЫ СТУДЕНТА

**по дисциплине «Монтаж, эксплуатация и техническое  
обслуживание ПТСДМ»  
для специальности 5В071300 - «Транспорт, транспортная техника и  
технология»**

Алматы 2011

Учебно-методический комплекс по дисциплине «Монтаж, эксплуатация и техническое обслуживание ПТСДМ» для студентов специальности 5В071300 «Транспорт, транспортная техника и технология». Составители

Саргужин Мурат Хусаинович, профессор, д.т.н. кафедры ПТМиГ.

Жуманов Мерген Амирович, доцент, к.т.н. кафедры ПТМиГ. - Алматы: Изд-во КазНТУ, 2011, 56с.

Аннотация. Учебно-методический комплекс (УМК) по дисциплине «Монтаж, эксплуатация и техническое обслуживание ПТСДМ» составлен в соответствии с учебной программой по данной дисциплине “Syllabus” и содержит тематический план курса, тематику практических занятий и графики выполнения их, тестовые вопросы для самоконтроля и самостоятельных и аудиторных занятий студентов по СРС и СРСП.

Данный УМК дисциплина позволяет обеспечить качественную квалифицированную подготовку студентов по осуществлению монтажа транспортной техники, прогнозированию технического состояния элементов машин и проведению технического обслуживания и ремонта техники.

Знать теоретическую основу монтажа и эксплуатации механического оборудования и выбора такелажного оборудования, приобретение навыков по установке и наладке машин, а также процессов их испытания помогут будущим специалистам свободно ориентироваться в потоке информации.

Эти и другие сведения, которые необходимы специалистам транспортной техники для самостоятельного оценивания технического уровня транспортной техники.

## РЕЦЕНЗИЯ

на УМК по дисциплине «Монтаж, эксплуатация и техническое обслуживание ПТСДМ» для студентов по специальности «5В071300 – Транспорт, транспортная техника и технология» автор Жуманов М.А.

Учебно-методический комплекс (УМК) по дисциплине «Монтаж, эксплуатация и техническое обслуживание ПТСДМ» содержит учебную программу по данной дисциплине Syllabus, тематический план курса, систему заданий для самостоятельной работы студентов, тестовые вопросы для самоконтроля и перечень контрольных вопросов.

Изучение дисциплины «Монтаж, эксплуатация и техническое обслуживание ПТСДМ» направлено, на формирование у студентов необходимых знаний по установке оборудования на рабочее место и определению технического состояния элементов и узлов машин в процессе эксплуатации транспортной техники. Приведены особенности монтажа некоторых видов подъемно-транспортного оборудования и по выбору такелажной установки.

Рассмотрены вопросы эффективной эксплуатации транспортной техники и технического обслуживания и ремонта.

Учебный комплекс содержит все необходимые сведения, необходимые специалистами транспортной техники для самостоятельного оценивания состояния машины различного назначения.

Представленный к рецензии УМК является своевременным, рекомендуется к открытой печати

**Рецензент**

# 1. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ - SYLLABUS

## 1.1 Данные о преподавателе

Преподаватель, ведущий занятия: Жуманов Мерген Амирович, доцент кафедры ПТМиГ, к.т.н., стаж работы-19 лет, изданных трудов по данной дисциплине-7 штук.

Контактная информация: 257-71-83 (1-75)

Время пребывания на кафедре ИМС с 9<sup>30</sup> до 19<sup>00</sup> в ауд. 308.

## 1.2. Данные о дисциплине

Название «Монтаж, эксплуатация и техническое обслуживание ПТСДМ»

Количество кредитов 3

Место проведения КазНТУ

Таблица 1

### Выписка из учебного плана

Курс	Семинар	Кредиты	Академических часов в неделю						Форма контроля
			Лекций	Лаб. занятия	Практичес. занятия	СРС	СРСП	всего	
3	6	3	1	-	2	3	3	9	экзамен

## 1.3. Пререквизиты

Конструкция и проектирование специальных кранов; Специальные виды транспортной техники.

## 1.4. Постреквизиты

Надежность транспортной техники , дипломный проект(работа)

## 1.5. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является освоение передовых методов организации монтажа, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта транспортной техники.

В результате изучения дисциплины студент должен освоить и **знать**:

передовые методы организации монтажных работ при монтаже транспортной техники; уметь обращаться технической документацией монтажа и составлять их; знать правила приемки, хранения и транспортировки машин, поступивших на монтаж; правильно и грамотно провести испытание монтируемой техники; изучить и освоить техническую эксплуатацию, сданную во использование машины с своевременным проведением технического обслуживания и ремонта;

**уметь**:

самостоятельно оценивать техническое состояние транспортной техники и его изменения в процессе эксплуатации; определить нагрузочные режимы, действующие на детали техники; выполнять монтажные и демонтажные работы;

составлять техническое задание по эксплуатации и обслуживанию транспортной техники с решением обеспечения требуемого ресурса и показателей надежности машин.

### 1.6. Перечень и виды заданий и график их выполнения

Таблица 2

Вид контроля	Вид Работы	Тема работы	Ссылки на реком. лит-ру с указ. стр.	Сроки сдачи
1	2	3	4	6
Текущий контроль	Л1	Введение. Способы разборки тяжелых машин.	11 [128–134]	1-я неделя
Текущий контроль	Пр1	Механизация пригоночных слесарно-сборочных работ.	14[3-10]	1-я неделя
Текущий контроль	Л2	Способы сборки тяжелых машин. Расчленение машин.	5[14-36] 1[167-180]	2-я неделя
Текущий контроль	Пр2	Расчет и испытания такелажного оборудования.	7[36-66]	2-я неделя
Текущий контроль	Л3	Сборка неподвижных соединений. Запрессовка на прессах.	5[27-36] 13[1 разд]	3-я неделя
Текущий контроль	Пр3	Доставка оборудование к месту монтажа.	1 [133-138]	3-я неделя
Текущий контроль	Л4	Такелажные работы, классификация такелажного оборудования.	5[47-67]	4-я неделя
Текущий контроль	Пр4	Выбор средств механизации и методов выполнения монтажных работ.	4[85-88]	4-я неделя
Текущий контроль	Л5	Доставка оборудования к месту монтажа.	5[73-74] 1[138-141]	5-я неделя
Текущий контроль	Пр5	Монтаж ленточного конвейера	5[84-90]	5-я неделя
Текущий контроль	Л6	Организация и технология монтажа.	2[87-102] 5[76-77]	6-я неделя
Текущий контроль	Пр6	Балансировка вращающихся узлов.	7[12-14]	6-я неделя
Текущий контроль	Л7	Приемка и подготовка фундаментов под монтаж оборудования.	5[142-150]	7-я неделя
Текущий контроль	Пр7	Техническое обслуживание типовых механизмов и деталей машин.	7[105-120]	7-я неделя
Текущий контроль	Л8	Геодезическое обоснование монтажа и приемка оборудования.	7[166-175] 8[44-47]	8-я неделя
Текущий контроль	Пр8	Вспомогательные механизмы такелажных средств.	5[14-18]	8-я неделя
Текущий контроль	Л9	Базирование при монтаже.	7[89-100] 8[98-111]	9-я неделя

Текущий контроль	Пр9	Грузоподъемные и такелажные приспособления.	7[75-80]	9-я неделя
Текущий контроль	Л10	Центрирование валов.	2[102-113] 5[85-92]	10-я неделя
Текущий контроль	Пр10	Шевры и порталы.	7[85-90]	10-я неделя
Текущий контроль	Л11	Балансировка вращающихся узлов.	7[112-135] 8[49-67]	11-я неделя
Текущий контроль	Пр11	Проверка и испытание такелажного оборудования (ТО).	7[112-123]	11-я неделя
Текущий контроль	Л12	Монтаж ПТМ.	2[92-110] 5[95-112]	12-я неделя
Текущий контроль	Пр12	Такелажные работы.	2[114-120]	12-я неделя
Текущий контроль	Л13	Основные вопросы технической эксплуатации.	2[93-109] 7[65-72]	13-я неделя
Текущий контроль	Пр13	Разметочные работы.	5[112-120]	13-я неделя
Текущий контроль	Л14	Основные вопросы технической эксплуатации.	2[119-1132] 5[106-112]	14-я неделя
Текущий контроль	Пр14	Монтаж лифтов и подвесных канатных дорог.	2[90-111]	14-я неделя
Текущий контроль	Л15	Техника безопасности и технический надзор при эксплуатации техники.	2[167-189] 5[102-120]	14-я неделя
Текущий контроль	Пр15	Ремонтные циклы и структуры ПТМ.	2[76-81]	15-я неделя
Текущий контроль	СР	По материалам лекции	2[10-130] 5[5-132]	14-я и 15-я недели
Рубежный контроль 1	РК1	Все темы курса	2[10-130] 5[5-130]	8-я неделя
Рубежный контроль 2	РК2	Все темы курса	2[10-130] 5[3-130]	14-я неделя.
Итоговый контроль	Экзамен	Все темы курса	2[10-130] 5[3-130]	Устанавливается УМД

## 1.7. Список литературы

### Основная литература

1. Ивашков И.И. Монтаж, эксплуатация и ремонт ПТМ. Учебник для машиностроительных вузов. М., 1981 – 335 с.
2. Беляев Л.М. Французов Я.Л. Монтаж подъемно-транспортных машин непрерывного и прерывного действия. М., 1962 – 279 с.
3. Монтаж ПТМ. М., 1963 – 311 с.

4. Головащенко П.Я. Монтаж промышленных предприятий. Киев, 1977 – 320 с.
5. Притыкин Д.П. Надежность, ремонт и монтаж металлургического оборудования. М., 1985 – 368 с.
6. Никифоров А. С. Монтаж и накладка механического оборудования прокатных станов. М., 1976 – 264 с.

#### **Дополнительная литература**

7. Галай Э.И., Каверин В.В., Колядко И.А. Монтаж, эксплуатация и ремонт ПТМ. М., 1991 – 320 с.
8. Досым К.Б. Основы эксплуатации машин. Алматы, 2005 – 186 с.
9. Досым К.Б. Жүк көтеру машиналарының құрылымы, Алматы, 2003 – 186 с.
10. Правила устройства и безопасной эксплуатации ГПМ. М., 1983 – 175 с.
11. Невзоров Л.А. и др. Башенные краны. М., 1976.
12. Суслов И.Г. Технология машиностроение. М., 2004 – 402 с.
13. Справочных по кранам Т1-Т3. 1961-63 гг.
14. Федоров Б.Ф. и др. Сборка машин в тяжелом машиностроении. М., 1971 – 312 с.

#### **1.8. Контроль и оценки знаний**

По кредитной технологии обучения для всех курсов и по всем дисциплинам Казахского национального технического университета имени К.И. Сатпаева применяется рейтинговый контроль знаний студентов.

Рентинг каждой дисциплины, которая включена в рабочий учебный план специальности, оценивается по 100 балльной шкале.

Для каждой дисциплины устанавливаются следующие виды контроля: текущий контроль, курсовой проект (экзамен), рубежный контроль, итоговый контроль (таблица 3).

Таблица 3

#### **Распределение рейтинговых систем контроля**

№ вариантов	Вид итогового контроля	Вид контроля	%
1	Экзамен	Итоговый контроль	100
		Рубежный контроль	100
		Текущий контроль	100

Сроки сдачи результатов текущего контроля определяются календарным графиком учебного процесса по дисциплине (таблице 4). Количество текущих контролей определяются содержанием дисциплины и ее объемом, которые указывается в учебно-методическом комплексе дисциплины.

**Календарный график сдачи всех видов контроля по дисциплине  
«Монтаж, эксплуатация и техническое обслуживание ПТМСДМ»**

Недели	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Виды Контроля	Л	Пз	Л	Пз	Л	Пз	РК	Л	Пз	Л	Пз	Л	РК	Л	Пз
Недельное кол-во контроля	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Виды контроля: Л – лабораторная работа; КП – курсовой проект; РК – рубежный контроль; Пз – практические занятия; Э – экзамен.															

Итоговая оценка по дисциплине определяется по шкале (таблица 5).

**Оценка знаний студентов**

Оценка	Буквенный эквивалент	В процентах %	В баллах
Отлично	A	95-100	4
	A-	90-94	3,67
Хорошо	B	80-84	3,0
	B-	75-79	2,67
Удовлетворительно	C+	70-74	2,33
	C	65-69	2,0
	C-	60-64	1,67
	D+	55-59	1,33
	D	50-54	1,0
Неудовлетворительно	F	0-49	0

**Перечень вопросов для проведения контроля по модулям и промежуточной аттестации**

**Модуль 1**

1. Что называется монтажом оборудования?
2. Что включается в себя монтажная документация?
3. Какие документы придают машинам заводы изготовители?
4. Чем отличается продукция заводов тяжелого машиностроения?
5. Такелажные работы.
6. Классификация такелажного оборудования.
7. Выбор стропов. Расчет.
8. Увеличение грузоподъемности монтажных кранов.
9. Такелажные средства: порталы, шефы, треноги.
10. Монтажные мачты.
11. Монтажные стрелы. Расчет.
12. Полиспасты. Выбор и расчет.
13. Траверсы. Якоря. Расчет.
14. Транспортирование тяжелых машин по железной дороге Республики.



15. Транспортирование тяжелых машин по автодороге. Расчет.
16. Транспортирование тяжелых машин по водному и воздушному транспорту.
17. Расчет каната.
18. Монтажная лебедка. Выбор и расчет.
19. Монтажная площадка. Назначение и организация.
20. Монтаж кранов общего назначения.

### **Вопросы промежуточной аттестации**

1. Монтаж спец кранов.
2. Способы подъема кранов.
3. Испытание кранов после монтажа.
4. Монтаж козловых кранов.
5. Монтаж башенных кранов.
6. Монтаж лифтов.
7. Монтаж ковшовых элеваторов.
8. Монтаж ленточных конвейеров.
9. Испытание ленточных конвейеров.
10. Монтаж ценных конвейеров.
11. Испытание МНТ после монтажа.
12. Изменение технического состояния деталей ТТ.
13. Эксплуатация ТТ.
14. Техническая эксплуатация ТТ.
15. Техническое обслуживание ТТ.
16. Рабочая нагрузка действующая на деталей механизма подъема ГПМ.
17. Рабочая нагрузка действующая на деталей механизма передвижения крана.
18. Рабочая нагрузка действующая на деталей приводы МНТ.
19. Деформация и износ валов и осей.
20. Деформация и износ зубчатого зацепления.

### **Модуль 2**

1. Деформация и износ шпоночных соединения.
2. Деформация и износ подшипников скольжения.
3. Деформация и износ подшипников качения.
4. Восстановление подшипников скольжения и применяемые материалы.
5. Ремонт валов и осей.
6. Повышение долговечности деталей упрочнением.
7. Повышение износостойкости металлизацией.
8. Повышение долговечности деталей химическим покрытием.
9. Повышение долговечности деталей электро наплавкой.
10. Газопламенное покрытие.
11. Геодезическое обоснование монтажа.
12. Базирование при монтаже.
13. Центрирование валов.
14. Балансировка вращающихся масс.
15. Геодезические приборы применяемые при монтаже оборудования.

- 16.Трение в узлах ПТМ.
- 17.Жидкие смазочные масла.
- 18.Пластические смазочные масла.
- 19.Изнашивание основных деталей ПТМ.
- 20.Методы контроля износа.

### 1.9. Политика и процедура курса

Содержит требования преподавателя к бакалавриантам об обязательном посещении занятий, своевременной отчетности по всем видам контроля, порядке отработки пропущенных занятий и пр. При сдаче видов контролей необходимо соблюдать логическую последовательность изучаемых дисциплин.

## 2. Содержание активного раздаточного материала

### 2.1. Тематический план курса

Таблица 6

Распределение часов по видам занятий

№ п/п	Наименование темы	Количество академических часов				
		Лекция	Практич. занятия	Лаб. занятия	СРСП	СРС
1	Введение. Цели и задачи изучения дисциплины. Продукция ЗТМ.	1	2	-	3	3
2	Способы сборки тяжелых машин. Расчленение машин	1	2	-	3	3
3	Сборка неподвижных соединений. Запрессовка на прессах. Соединение тепловыми посадками.	1	2	-	3	3
4	Такелажные работы, классификация такелажного оборудования	1	2	-	3	3
5	Доставка оборудования к месту монтажа.	1	2	-	3	3
6	Организация и технология монтажа.	1	2	-	3	3
7	Приемка и подготовка оборудования, фундаментов, заданий и сооружений под монтаж	1	2	-	3	3
8	Геодезическое обоснование монтажа и приемка оборудования	1	2	-	3	3
9	Базирование при монтаже.	1	2	-	3	3

10	Центрирование валов	1	2	-	3	3
11	Балансировка вращающихся узлов.	1	2	-	4	4
12	Монтаж ПТМ. Общие сведения	1	2	-	4	4
13	Основные вопросы технической эксплуатации	2	4	-	5	5
14	Техника безопасности и технический надзор при эксплуатации ТТ	1	2	-	2	2
ИТОГО		15	30	-	45	45

## 2.2. Конспект лекционных занятий

### Лекция 1

#### Тема: Введение. Продукция заводов тяжелого машиностроения.

В связи с развитием научно-технического прогресса, созданием новых производств, конструкций, материалов технологических процессов и повышением единичных мощностей технологических линий, установок, агрегатов и в целом промышленных предприятий особое значение приобретает значительное сокращение сроков возведения и освоения новых производственных мощностей, что способствует росту производительности общественного труда во всех отраслях народного хозяйства.

От технического уровня и технического состояния механического оборудования зависит эффективность производства. Поэтому надежность оборудования определяют при проектировании предприятий, конструировании машин и агрегатов, обеспечивают при изготовлении и монтаже, поддерживают при техническом обслуживании в процессе эксплуатации и при ремонте, повышают модернизацией с использованием достижений теротехнологии, трибоники и химматологии.

Следовательно, конечной целью данной дисциплины является обеспечение работоспособности промышленного оборудования. *Работоспособность оборудования восстанавливают при текущих ремонтах. Модернизацию осуществляют при капитальных ремонтах.*

Большинство машин и установок транспортной техники является продукцией заводов тяжелого машиностроения. Тяжелые машиностроение характеризуется широкой номенклатурой выпускаемых изделий с значительными размерами и весом как отдельных деталей, так и машин. По виду и назначению транспортное оборудование подразделяется на экскаваторное, буровое, воздушно-водное, железнодорожное, автотракторное и подъемно-транспортное.

Экскаваторы применяются для выполнения трудоемких и тяжелых работ при выемке и перемещении горных пород и земляного грунта при открытом способе добычи полезных ископаемых, а также для производства земляных и скальных работ при гидротехническом, железнодорожном и промышленном

строительстве. Изготавливаются карьерные гусеничные экскаваторы с ковшем емкостью от 3 до 8 м<sup>3</sup>, роторные экскаваторы, шагающие экскаваторы-драглайны. Эти машины имеют большие габаритные размеры и вес. Например, шагающий экскаватор ЭШ-25/100 с ковшем емкостью 25 м<sup>3</sup> и длиной стрелы 100 м весит 2600 т и имеет габариты: 125 х 22 х 58 м. На Новокраматорском заводе тяжелого машиностроения им. В. И. Ленина спроектирован гигантский экскаватор с емкостью ковша 100 м<sup>3</sup> при вылете стрелы 70 м. ЭШ – 100/70.

К дробильно-размольному оборудованию относятся щековые и конусные дробилки крупного и среднего дробления, шаровые и стержневые мельницы. Дробильно-размольное оборудование устанавливается на обогатительных фабриках и применяется для дробления и измельчения породы.

Доменное оборудование устанавливается на доменной печи или около нее и предназначено для механизации и обслуживания доменного процесса. К нему относятся вагоноопрокидыватели, вагон-весы, скиповые лебедки, загрузочное устройство, балансиры конусов, распределители шихты, электропушки и другие машины.

Агломерационное оборудование применяется для окускования и переработки мелких и тонкоизмельченных концентратов железных руд. К нему относятся агломерационные машины, мельницы, окомкователи, грохоты, смесители и другие машины, и механизмы, устанавливаемые на агломерационных фабриках. Наиболее крупной из перечисленных машин является агломерационная машина. Она весит более 1700 т при габаритах: 103 х 14,6 х 15,3 м.

На заводах тяжелого машиностроения изготавливают прессовое оборудование: горизонтальные и вертикальные прессы, гибочные установки, правильно-растяжные машины, ковочные машины.

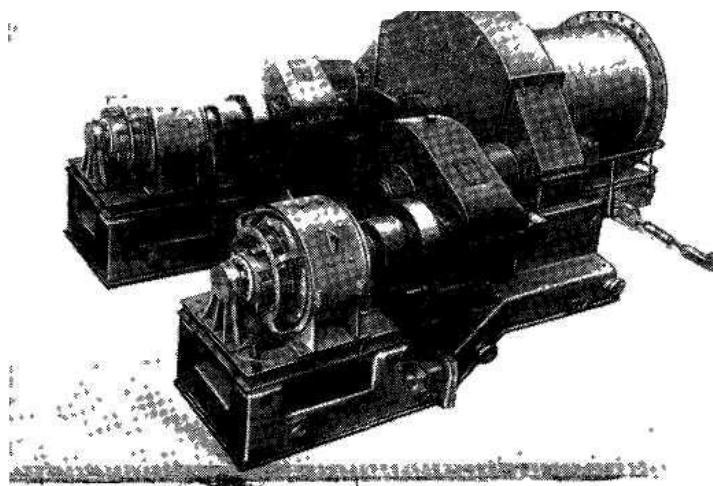


Рис. 1. Двухмоторная скиповая лебедка доменного подъемника

В промышленности эксплуатируются гидравлические прессы усилием 12 000, 30 000, 70 000 т и более. Вес гидравлического горизонтального прессы усилием 12 000 т превышает 1600 т, а габариты: 72 х 15 х 10 м.

Тяжелые металлургические краны грузоподъемностью до 700 т, имеющие значительные габариты и вес, например кран для раздевания слитков, весят 320 т.

Наиболее сложным и разнообразным является прокатное оборудование. На металлургические комбинаты поставляют комплексы прокатного оборудования для производства сортового и листового проката. Прокатные станы и агрегаты состоят из большого количества разнообразных машин и механизмов. Ряд станов имеет в своем составе более 300 машин и механизмов, а длина линии стана превышает 1000 м., например длина листопркатного стана в Магистогорске 2,5 км. Вес отдельных деталей прокатного оборудования велик. Одна станина стана холодной прокатки тонких листов весит более 100 т.

Единый характер изготовления тяжелых машин накладывает свой отпечаток на технологический процесс сборки. Сборка машин ведется без применения специальной оснастки или минимальном её количестве, поэтому следует подчеркнуть особенности сборочного процесса:

- машины выпускаемые в единичном производстве, в то же время являются опытным образцом. При выпуске одного образца невозможно своевременно провести необходимые направления чертежей. Конструкторская неточность и изготовление деталей по ней приводят к не собираемости машин и применению пригоночных работ при сборке;

- требуется высоко квалифицированные кадры слесарей-сборщиков;

- большой цикл сборки машин;

- необходим большие рабочие площади для сборки машин. И желательно сборочные работы вели сборщики одной бригады;

- затрудняется механизация сборочных работ, так как велики нетехнологические пригоночные работы.

При серийном производстве можно обрабатывать детали с применением специальных инструментов и приспособлений, в результате чего на сборку поступают детали с более точными размерами. Уменьшается объем пригоночных работ, сокращается цикл сборки.

*С целью повышения производительности труда и снижения себестоимости машин и снижения себестоимости их изготовления стремятся внедрять организационно-технические мероприятия, сводящие к широкой унификации деталей и узлов, применению в конструкциях\* нормализованных и стандартных деталей.*

*Вопросы для проверки*

1. Назначение монтажа оборудования.

2. Какие машины производят заводы тяжелого машиностроения (ЗТМ).

3. Приводите пример продукции ЗТМ.

4. Себестоимость изготовления продукции.

Литература:

[11 (стр. 128–134) [14] (стр. 3–10).

---

\* Конструкция (лат-construction)–составление, построение.

## Лекция 2

### Тема: Способы сборки тяжелых машин

Желательно все выпускаемые машины заводами тяжелого машиностроения (ЗТМ) должны пройти заводскую сборку и испытание их на заводских стендах. Однако из-за громоздкости габаритов и большого веса не всех машин можно собрать и испытать в заводских условиях. Следовательно, нам необходимо ознакомиться, какие способы сборки машин имеются и чем отличаются они друг от друга.

Различают следующие виды сборки:

- полная;
- поузловая;
- цепная.

К полной сборке подвергаются большинство машин, выпускаемые заводами машиностроения. К ним из ПТМ относятся: рольганги, приводы больших ленточных и пластинчатых конвейеров, скребковые и шнековые транспортеры, виброконвейеры, мостовые краны с грузоподъемностью до 50 тонн.

Во время полной сборки выявляют собираемость отдельных узлов и комплектов, устраняют отдельные неточности конструкторских и технологических работ.

После сборки машины подвергаются испытанию без нагрузки. Затем машина разбирается на узлы, и если габариты позволяют, то в полном собранном виде, отправляются заказчику.

Позуловую сборку применяют для машин, у которых не представляется возможным собрать полностью в заводских условиях. Она широко распространена особенно при единичном производстве. К таким машинам относятся: краны большой грузоподъемности, специальные краны, экскаваторы с большим объемом ковша в т.ч. шагающие и скиповые подъемники, конвейеры с большой протяжностью.

При поузловой сборке часто используют макетную сборку. Макет – специальное приспособление, имитирующее основные размеры и поверхности одного из сопрягаемых узлов. Макет имеет размеры и вес в десятки и сотни раз меньше сконструированной детали или узла и позволяет проверять качество узла без сборки машины.

Цепная сборка применяется для сборки машин и узлов, имеющих значительную длину и состоящих из отдельных секции, соединенных между собой. К таким агрегатам и машинам относятся: цементные и вальц печи, стawy конвейеров, дерикраны и т.д.

Технология сборки машин. Основными принципами проектирование технологического процесса является:

- обеспечение высокого качества собираемой машины, гарантирующего долговечность и надежность ее эксплуатации;
- минимальный цикл сборки и максимальный съем продукции с одного квадратного метра сборочной площади;

- применение рациональной механизации, влияющей на повышения производительности труда сборщиков;
- минимальная трудоемкость слесарно-сборочных работ;
- законченность сборки и ее комплектность.

Целью разработки технологического процесса является создание рационального и экономического порядка сборки машин и ее сборочных единиц при имеющихся производственных условиях.

Рациональный и экономический порядки создаются только тогда, когда будут воедино соединены труды конструктора, технолога-сборщика и обработчика.

Основные технологические требования предъявляемые к конструкции машины:

- возможность сборки отдельных сборочных единиц, контроля и испытания их и сокращения цикла производства. Машина должна быть расчленена на рациональные сборочные единицы;
- минимальный объем пригоночных работ, высокая собираемость машина;
- возможность простой сборки, доступность мест для крепления деталей, технологичность деталей при собираемости их с другими.

## 2.1. Расчленение технологического процесса

При разработке технологических сборочных процессов рекомендуется применять принцип дифференциации сборочной операции, который выражается в расчленении машины на отдельные сборочные единицы (узлы, подузлы, комплекты и детали).

Рассмотрим изложенные на примере крана общего назначения.(см.рис)

Методика проектирования технологических схем сборки машин сводится к следующему. При проектировании технологических схем сборки изделие (машину) расчленяют на технически и экономически целесообразные сборочные единицы.

Разработка технологических схем является рациональным приемом, создающим условия для наиболее качественного проектирования технологических процессов сборки сложных машин. Методика проектирования схем проста, но прежде чем перейти к ее рассмотрению, следует уточнить некоторые определения и терминологию. В схеме сборки сборочные единицы условно разбиваются на машины, узлы (причем разных порядков), подузлы, технологические комплекты.

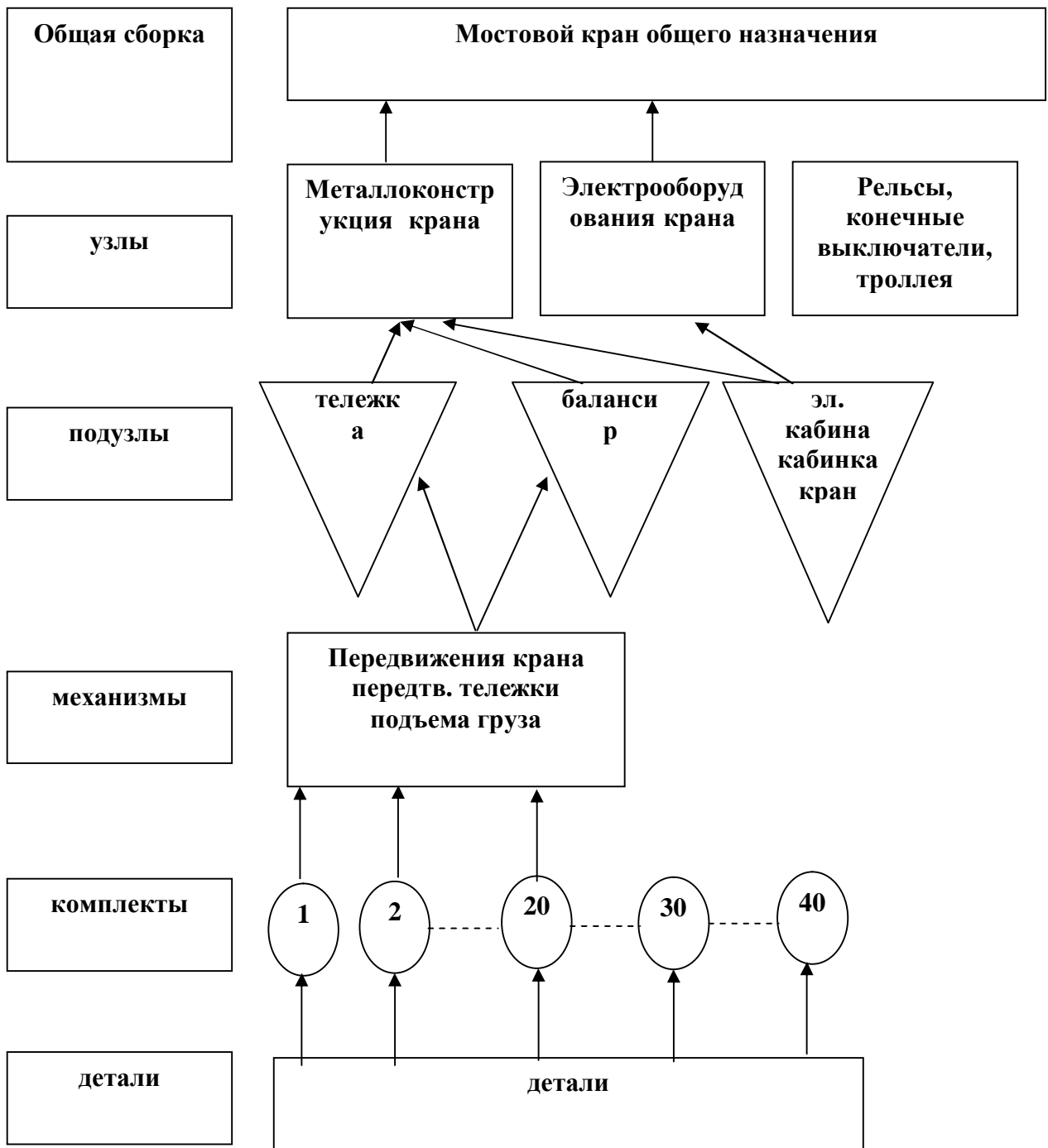


Рис. 2. Расчленение мостового крана

Технологический комплект — простейшая сборочная единица, представляющая собой соединения деталей, закоординированных в отношении основных баз соединяющей их детали. Соединяющая деталь называется базовой деталью комплекта. Деталью называется часть изделия, выполненная из одного материала или нескольких материалов без механического крепления. Детали входят не только в комплекты, но также в подузлы, в общую сборку или отправляются на монтаж машины, минуя сборку. На рис. 3, а представлен коленчатый вал в сборе с шестерней грязевого насоса нефтебуровой установки.



Это технологический комплект. Он состоит из базовой детали 2 (коленчатый вал) и шестерни 1, напрессованной на вал.

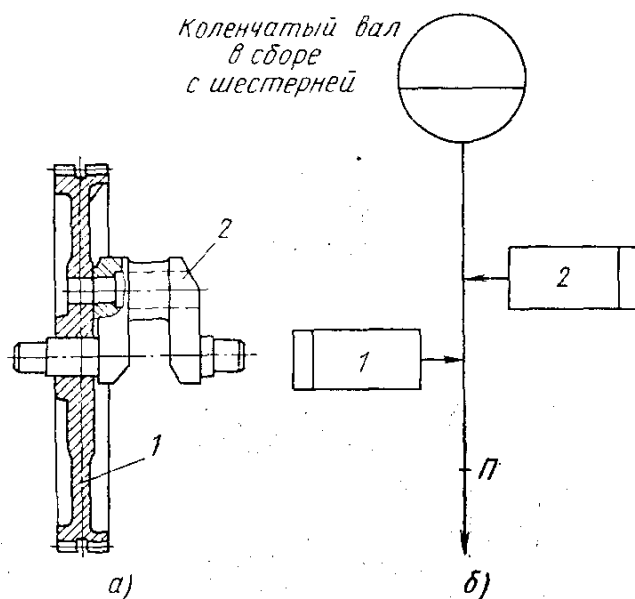


Рис.3. Технологический комплект: а – коленчатый вал; б – схема его сборки; П – запрессовка

Технологический процесс сборки рассматриваемого комплекта можно условно представить в виде технологической схемы сборки (рис. 3, б)- Технологический комплект обычно создается технологом и иногда оформляется чертежом. При серийном и массовом производстве следует считать рациональным оформление технологических комплектов чертежами или эскизами технолога.

Подузел – более сложная сборочная единица. Он представляет собой соединение одного или нескольких комплектов и деталей. Комплекты и детали должны быть закоординированы относительно базовых поверхностей соединяющей их детали. Соединяющая деталь называется базовой деталью, подузла.

Узел – сложная сборочная единица, представляющая собой соединение одного или нескольких подузлов, технологических комплектов и деталей, закоординированных в отношении базовых поверхностей соединяющей их детали. Соединяющая деталь называется базовой деталью узла.

*Вопросы для проверки:*

1. Что характеризует собираемость машин.
2. Какие работы необходимо выполнить по повышению собираемости машин.
3. Основные способы сборки тяжелых машин.
4. Как производят расчленение машин, узлов и механизмов.

Литература:

- [3] (стр. 38-45)
- [14] (стр. 26-30)
- [5] (стр. 32-37)

## Лекция 3

### Тема: Сборка неподвижных неразъемных соединений

При применении соединений с гарантированным натягом возможны передачи значительных крутящих моментов, ударных нагрузок и осевых сил; высокая технологичность изготовления деталей соединения. К неподвижным неразъемным соединениям в тяжелом машиностроении относятся составные коленчатые валы, центры и венцы зубчатых колес, бандаж и скаты железнодорожного состава, подшипники качения и др.

В зависимости от величины натяга, конструктивных размеров деталей и технологических возможностей эти соединения могут быть осуществлены различными способами. При сборке тяжелых машин наиболее распространена запрессовка деталей: а) на гидравлических, пневматических, пневмогидравлических и механических прессах; б) с применением винтовых приспособлений; в) запрессовка под действием груза, опускаемого на запрессовываемую деталь; г) запрессовка при нагреве охватываемой детали; д) путем охлаждения охватываемой детали; е) комбинированная запрессовка, заключающаяся в нагреве охватываемой и охлаждении охватываемой деталей; ж) с применением масла под высоким давлением.

#### 3.1. Запрессовка на прессах и с помощью приспособлений

Обеспечение качественных соединений возможно лишь при осуществлении ряда подготовительных операций. Контактные (сопрягаемые) поверхности деталей должны быть тщательно промыты и протерты, на них не должно быть забоин и заусенцев. Заходный конус на валу принимается равным  $7-10^\circ$ , что способствует лучшему направлению деталей во время запрессовки. Перед запрессовкой диаметры сопрягаемых деталей измеряют. При формировании одинаковых соединений следует произвести подбор деталей по оптимальным натягам, гарантирующим получение более прочных сопряжений. Если натяг мал или велик, запрессовывать детали не следует.

Поверхности деталей при запрессовке обязательно покрывают смазкой (обычно машинные масла), во избежание задиров и облегчения запрессовки. Но в то же время смазка не должна способствовать перемещению деталей одной относительно другой при работе соединения. По данным Е. И. Берникера [6], масла с большим кислотным числом несколько уменьшают долговечность соединений при их циклическом нагружении. Рекомендуется пользоваться смазкой с кислотным числом не более 0,028. Для смазки применяется также смесь машинного масла и графита. Наилучшие результаты при запрессовке (уменьшение усилия запрессовки до 30%, устранение вибраций пресса и задиров) получаются при смазывании сопрягаемых поверхностей дисульфит-молибденовой смазкой  $MoS_2$ . В связи с выдерживанием значительных контактных давлений эта смазка способствует уменьшению коэффициента трения до  $f > 0,02$ . Соединения, сформированные даже при

значительных натягах, распрессовываются без задиров контактных поверхностей.

При выполнении процесса запрессовки ведется контроль за усилием запрессовки по манометру гидравлического пресса. В ответственных случаях усилие запрессовки контролируется самопишущим манометром. Контроль качества производится внешним осмотром запрессованных деталей (возможны трещины), а также путем изучения диаграммы запрессовки. На рис. 6. приведены типовые диаграммы запрессовки вагонных колес на оси по данным Уралвагонзавода. Диаграммы характеризуют зависимость усилия запрессовки  $P$ , выраженного в  $кГ$ , от длины запрессовываемых деталей  $l$  в  $мм$ . Диаграммы отражают отдельные дефекты запрессовки, например резкое увеличение усилия запрессовки правой полуоси вместо постепенного (рис. 4, а). Причиной дефекта может быть перекос деталей, забоины на контактных поверхностях, некачественная обработка детали. Диаграмма запрессовки левой полуоси 1 (рис. 4, б) показывает, что запрессовка идет рывками, так как наблюдается вибрация стрелки манометра. Грубая обработка поверхностей деталей одна из причин такой диаграммы запрессовки. Дефект запрессовки виден и из диаграммы запрессовки правой полуоси 2 (рис. 4, б). Величина усилия в конце запрессовки падает, хотя должна быть максимальна. В точке перелома кривой рост усилия закончился, видимо, диаметр полуоси на этом участке уменьшен или увеличен диаметр отверстия колеса. Дефектные соединения должны быть распрессованы, детали осмотрены, измерены и заменены.

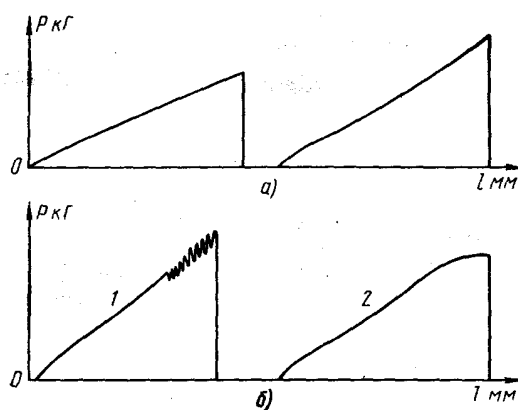


Рис. 4. Типовые диаграммы запрессовки вагонных колес на ось

В соединениях с гарантированным натягом вследствие упругого расширения втулки и упругого сжатия вала на поверхности контакта возникает удельное давление. Оно тем выше, чем больше натяг сопряжения. Под действием этого давления на поверхности контакта, равной  $\pi dl$ , появляется сила трения, противодействующая усилию за прессовки  $P_{зан}$ , представленное как произведение удельного давления  $p$  на площадь контакта сопрягаемых поверхностей  $\pi dl$  деталей 1 и 2 и коэффициент трения. Схема запрессовки показана на рис. 5:

$$P_{зан} = \rho \pi d l f_{зан},$$

где  $p$  – средняя величина удельного давления в  $\text{кг/мм}^2$  (контактное давление);

$d$  – номинальный диаметр соединения в  $\text{мм}$ ;

$l$  – длина сопряжения деталей в  $\text{мм}$ ;

$f$  – коэффициент трения при запрессовке.

Контактное давление зависит от величины натяга, модулей упругости материалов соединяемых деталей  $E_1$  и  $E_2$  и коэффициентов  $C_1$  и  $C_2$ , учитывающих размеры деталей и их материал:

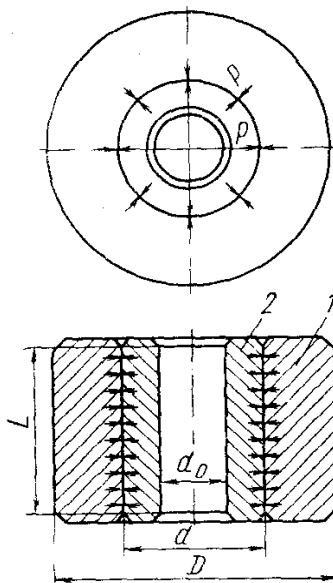


Рис.5. Схема запрессовки

$$p = \frac{1}{d} \frac{\delta \cdot 10^{-3}}{\left( \frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2} \right)}.$$

Значения модуля упругости материалов в  $\text{кг/мм}^2$  приведены ниже, а коэффициентов  $C_1$  и  $C_2$  — в табл. 1

Материал	Модуль упругости в $\text{кг/мм}^2$
Сталь и стальное литье.....	20 000–21 000
Чугунное литье.....	7500 – 10 500
Медь.....	12 500
Бронза (оловянистая).....	8 500
Латунь.....	8 000
Алюминиевые сплавы.....	6 500 – 7 500

1. Значение коэффициентов  $C_1$  и  $C_2$  для стальных деталей

$\frac{d_o}{d}$ или $\frac{d}{D}$	$C_1$	$C_2$	$\frac{d_o}{d}$ или $\frac{d}{D}$	$C_1$	$C_2$
0,0 ( $d_o=0$ )	0,70	–	0,5	1,37	1,97
0,1	0,72	1,32	0,6	1,83	2,43
0,2	0,78	1,38	0,7	2,62	3,22
0,3	0,89	1,49	0,8	4,25	4,85
0,4	1,08	1,68	0,9	9,23	9,83

### 3.2. Соединений тепловыми посадками

Производительным методом получения соединений с гарантированным натягом является посадка с подогревом охватывающей или охлаждением охватываемой детали, а также комбинированная посадка, применяемая при увеличенных натягах. Тепловые посадки имеют ряд преимуществ по сравнению с соединениями, получаемыми на прессах. Они имеют в 2,5—3 раза большую прочность. Применение нагрева или охлаждения позволяет обходиться без мощного прессового оборудования.

В зависимости от величины натяга и конструкции деталей нагрев может быть осуществлен разными методами: а) в кипящей воде при температуре до 100° С; б) в горячем масле нагревом до температуры 120° С (посадка подшипников качения, нагреваемых до температуры 85—90°С); в) газовыми горелками; г) в электрических, газовых или нефтяных печах; д) электрическими нагревателями, работающими при токе промышленной или высокой частоты.

Посадка деталей с нагревом не только производительна, но и применима в случае, когда другими способами осуществить посадку невозможно, например посадка крупных бандажей на колеса диаметром 4000 мм и выше, посадка длинных и тонких втулок и др.

#### *Вопросы для проверки*

1. Способы сборки неподвижных соединений.
2. Применяемые прессы неподвижных соединений.
3. Как производят запрессовку тепловыми посадками.

Литература:

[14] (стр. 80–102)

## **Лекция 4**

### **Тема: Такелажные работы. Классификация такелажного оборудования**

Такелажные работы – операции по захвату и освобождению, подъему и опусканию, перемещению, удержанию на весу груза при его монтаже, ремонте, погрузке и выгрузке. По мере повышения уровня заводской готовности и блочности поставляемого в монтаж оборудования, индустриализации монтажа, ремонта, увеличения массы поднимаемых и перемещаемых грузов роль и значения такелажа растут.

Такелажное оборудование имеет широкую номенклатуру, значительное распространение и повышенную грузоподъемность. При монтаже оборудования

тяжелой индустрии применяются большое количество кранов с грузоподъемностью до 320 т, монтажных мачт, гидropодъемников и порталов грузоподъемностью от 100 до 1000 т.

Такелажное оборудование различают (см. схему) по назначению, по роли в такелажных работах (пассивная – средства, устройства; активная – машины и механизмы), по подвижности конструкции привода, по виду используемой для перемещения среды (суша, вода, воздух) и физических явлений.

Краны классифицируют по конструкции (стрелового и мостового типов и с несущими канатами) по подвижности (стационарные, приставные, самоподъемные, переставные, радиальные, передвижные, самоходные и прицепные). При монтаже находят наибольшее применение башенные (ГОСТ 13555–79), передвижные и стреловые самоходные краны (ГОСТ 22827–77). Передвижные краны подразделяют по конструкции ходовых устройств на рельсовые, железнодорожные, плавучие и шагающие, а самоходные – на автомобильные, пневмоколесные, гусеничные, тракторные. Башенные краны относят к кранам стрелового типа, по способу изменения вылета стрелы различают краны с подъемной стрелой и с горизонтальной стрелой, оснащенной с грузовой тележкой.

Козловые краны относят к кранам мостового типа.

*Вопросы для проверки*

1. Что называется такелажам?
2. Такелажные работы при монтаже оборудования.
3. Классификация такелажного оборудования.
4. Как производят сращивание стропов и канатов.
5. Как производят увеличение грузоподъемности грузоподъемных машин, протяжных при монтаже.

Литература:

[5] (стр. 14–36)

[1](стр. 167–180)

[7] (стр. 36 –66)

**Лекция 5**  
**Тема: Доставка оборудования.**

Перемещение оборудования производится железнодорожным составом, автотракторной тягой по сухим путям и воздушно-водными путями.

Специальный железнодорожный подвижной состав применяют, если масса оборудования превышает грузоподъемность сцепы из двух шестиосных платформ грузоподъемностью 92 т или если оборудование имеет такие размеры, что не вписывается в габариты погрузки (см. рис. 7). В зависимости от выхода за габарит погрузки в вертикальной плоскости на железной дороге различают боковую, верхнюю и нижнюю негабаритности (рис.7).

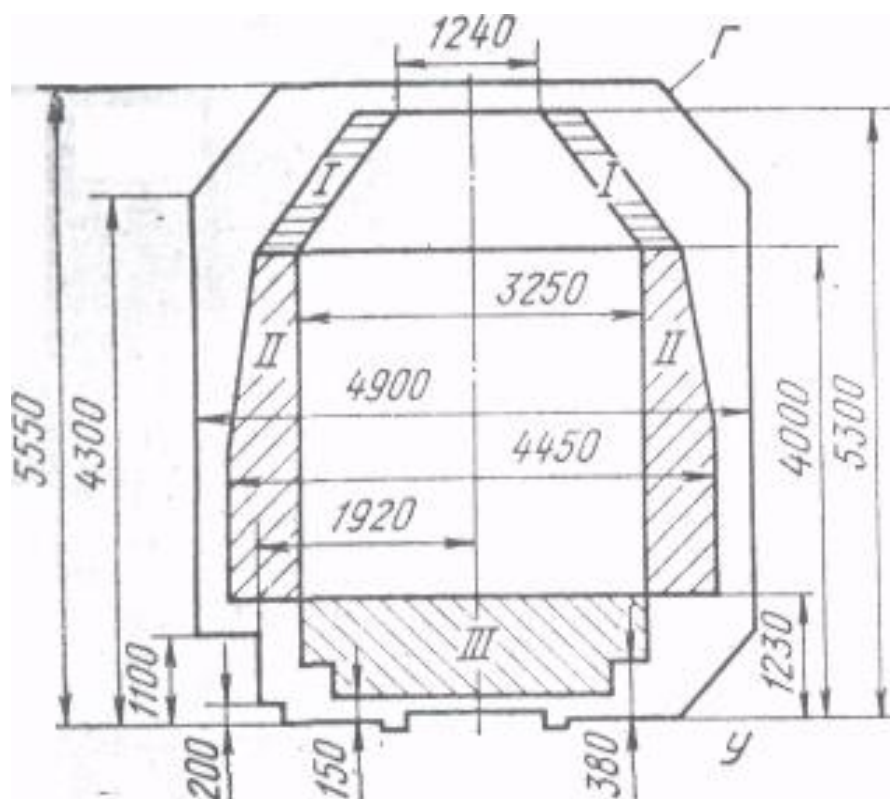


Рис. 7. Габариты оборудования, перевозимого железнодорожным транспортом с колеей 1524 мм:

*заштрихованные зоны — негабаритный груз; внешний контур —  
сверхнегабаритный груз;*

*I — зона верхней негабаритности; II — зона боковой негабаритности;*

*III — зона нижней*

*негабаритности; У — уровень верха головки рельса; Г — габарит при-  
ближения строений*

Специальным подвижным составом перевозят сверхнегабаритные грузы. Центр тяжести такого подвижного состава вместе с грузом ниже обычного, что обеспечивает устойчивость при движении.

Специальный подвижной состав представлен железнодорожными транспортерами трех видов: с пониженной погрузкой грузоподъемностью до 220 т на 16 осях, наибольшая длина груза 10 м; сочлененного типа грузоподъемностью 220, 300 и 400 т на 16, 20 и 28 осях, соответственно наибольшая длина груза 15 м, диаметр 4,4 м; сцепного типа грузоподъемностью 120, 240 и 480 т на 8, 16 и 32 осях, наибольшая длина груза 38 м. Максимальная нагрузка от колесной оси на рельсы составляет 223 кН (рис. 8).

Монтажные тележки применяют для перемещения, оборудования по рельсам в пределах монтажной зоны. Разработаны тележки для колеи и от железнодорожной до 5 м грузоподъемностью 250 т, сконструированы тележки грузоподъемностью 500 т с колеей 3,8 м (рельсы КР-120), оборудованные гидродомкратами с высотой подъема 30 мм.

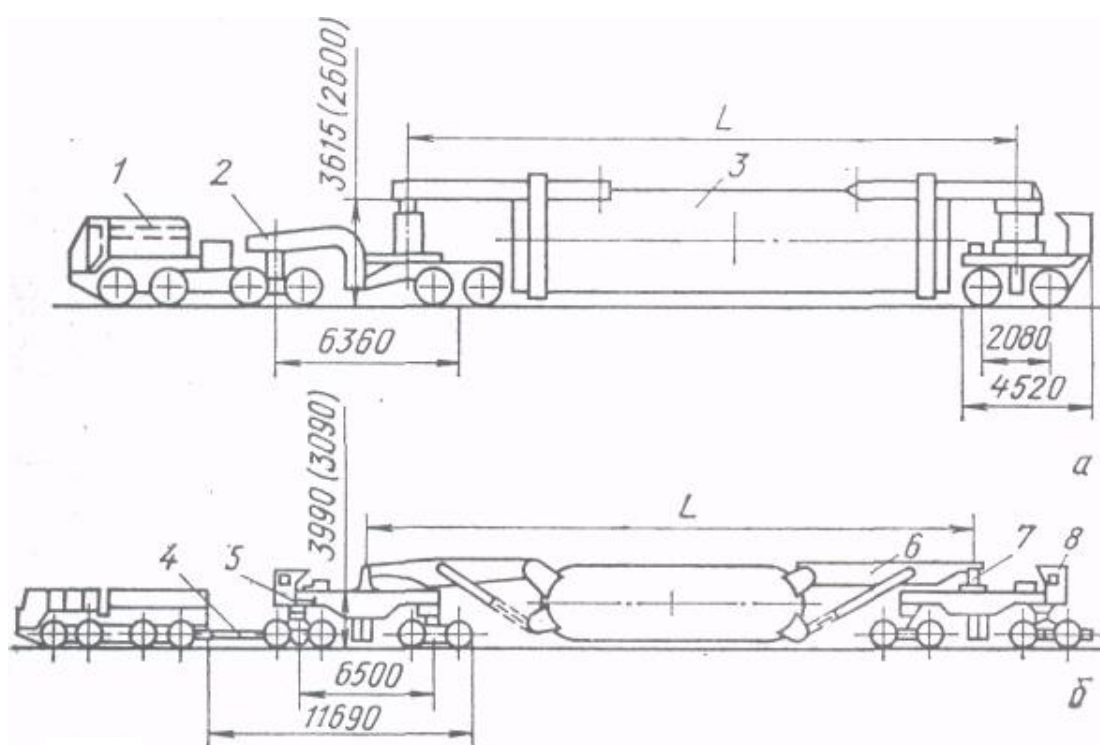


Рис. 8. Схема транспортных устройств для перевозки крупногабаритного тяжеловесного оборудования:

*a* – 80 т; *б* – 600 т; *L* – длина груза; 1 – седельный тягач; 2 – полуприцепная тележка; 3 – груз;  
4 – жесткое сцепное устройство; 5 – прицепная тележка;  
6 – консоль; 7 – гидродомкрат; 8 – кабина оператора

Тяговое усилие  $F$  для перемещения монтажной тележки можно определить по формуле, общей для всех транспортных средств колесного типа:

$$F = k_{ин} (G_{гр} + G_{тел}) (\sin \alpha + \omega_0 \cos \alpha)$$



где  $k_{ин}$  – коэффициент учета инерции масс при трогании с места, принимаемый 1,3-1,4.  $G_{гр}$  и  $G_{тел}$  соответственно вес груза и тележки;  $\alpha$  – угол наклона рельсов к горизонту;  $\omega_0$ – коэффициент сопротивления движению:  $\omega_0 = (fd+2k)/D$ , где  $f$  – приведенный коэффициент трения скольжения в подшипниках катков, равный для подшипников качения 0,002÷0,0025 и для подшипников скольжения 0,005 ÷ 0,01;  $d$  – диаметр цапфы катка;  $k$  – коэффициент трения качения по рельсам, принимаемый  $0,5 \cdot 10^{-3}$  м;  $D$  – диаметр катка.

Выбор тягачей и определение их числа производят расчетом. Суммарное сопротивление движению автопоезда  $W$  равно:

$$W = (G_T + G_{пр} + G_{гр}) (\omega_{гор} + \omega_n + \omega_{ин}),$$

где  $G_T$ ,  $G_{пр}$  и  $G_{гр}$  – соответственно вес тягачей, трейлера и груза;  $\omega_{гор}$ – удельное сопротивление движению пневмоколесных транспортных средств, принимаемое в зависимости от дорожных и погодных условий 0,01...0,21 (наибольшее значение для мокрого рыхлого грунта);  $\omega_n$ – сопротивление движению на подъем, принимаемое численно равным показателю, уклона – прошина  $i$ , соответствующему 0,01 на каждый процент уклона;  $\omega_{ин}$  – сопротивление на преодоление инерции при трогании с места:  $\omega_{ин} = \vartheta/qt_p$ , где  $\vartheta$ – установившаяся скорость движения автопоезда;  $t_p$ – время разгона до этой скорости;  $\omega_{ин}$  может достигь 0,3...0,4.

Тяговое усилие тягачей, равное сопротивлению  $W$ , должно быть создано окружными усилиями ведущих колес, а это осуществимо, лишь при достаточном сцеплении шин с дорогой:  $G_{сц} \cdot f_c \geq W$ , где  $G_{сц}$ –весовая нагрузка на ведущие колеса тягача;  $f_c$ – коэффициент сцепления шин с поверхностью дороги. Обычно тягачи выполняют полноприводными, т.е. у них все колеса ведущие и на них передается весь вес тягача  $G_{сц}=G_T$ . В зависимости от дорожно-погодных условий, качества и конструкции шин  $f_c = 0,1...0,85$ . Значение 0,1 принимается, когда дорожное полотно укатано снегом; 0,85– сухой бетон, неизношенные шины высокого давления.

Необходимую суммарную мощность двигателей тягачей  $N$  определяем по формуле

$$N = k_n W \vartheta / \eta,$$

где  $k_n$  – коэффициент неравномерности использования мощности тягачей, принимаемый от 1,25 (2 тягача до 1,6 (4 тягача);  $\eta$ – к.п.д. двигателя и силовой передачи (0,8...0,85).

*Вопросы для проверки:*

1. Какие виды транспортных средств применяются для доставки оборудования.
2. Определение тягового усилия тягача.
3. Как производится выбор тягача.
4. Какие виды специальных транспортных средств применяются для доставки оборудования.

Литература:

[5] (стр. 27-36)

[13] (стр. первый раздел)  
[1](стр. 133-138)

## Лекция 6

### Тема: Организация и технология монтажа

Монтаж разнообразного оборудования, подъемно-транспортных машин, трубопроводов и строительных конструкции технологических линии, установок и агрегатов многоотраслевых промышленных объектов представляет многовариантный комплекс взаимно связанных сложных прогрессов, требующих высокой специализированной квалификации монтажного персонала.

Монтажные процессы классифицируются на основные, *вспомогательные и пусконаладочные*.

Состав монтажных процессов, трудоемкость, механизация и продолжительность их производства зависят главным образом от степени заводской готовности и комплектности поставок технологических линий, установок и агрегатов машиностроительными заводами.

На трудоемкость и продолжительность монтажа значительное влияние оказывает также степень строительной готовности фундаментов под оборудование, зданий и сооружений к началу монтажа оборудования, трубопроводов и конструкций.

*Основные* монтажные процессы включают: проверку и приемку под монтаж строительной готовности зданий и сооружений (подвалов, тоннелей, каналов, эстакад и т. п.), опорных фундаментных поверхностей, колодцев под анкерные болты и открытых ниш под анкерные плиты, забетонированных анкерных болтов и геодезических знаков осевых и высотных отметок; подготовку к установке оборудования, трубопроводов и конструкций опорных поверхностей, приспособлений, оснастки, грузоподъемного, транспортного и сварочного оборудования, рабочего и мерительного инструмента; проверку по наружному осмотру и приемку в монтаж оборудования, узлов трубопроводов и конструкций к установке; выполнение мероприятий по технике безопасности; установку оборудования, узлов трубопроводов и конструкций в проектное положение, состоящую из операций запасовки и проверки готовности к подъему и перемещению, подъема, перемещения и опускания на опоры, выверки и центровки, сдачи станин под подливку бетоном; операции по завершению монтажных соединений и подготовок испытанию.

*Вспомогательные* процессы возникают а зависимости от оснащения специальных площадок для до изготовления и укрупнительной сборки оборудования, трубопроводов и конструкций; состоят из собственно до изготовления и укрупнительной сборки и выполнения комплекса погрузочно-разгрузочных и транспортных операций, осуществляемых вне зоны установки оборудования, трубопроводов и конструкций в проектное положение.

*Пусконаладочные* процессы включают: подготовку и проведение индивидуальных испытаний механизмов, машин, аппаратов и трубопроводов в соответствии с техническими условиями для сдачи на комплексное испытание

комплектных технологических линий, установок и агрегатов и ввода их в эксплуатацию.

*Ведущим* из указанных процессов является установка оборудования, трубопроводов и конструкций в проектное положение с требуемой точностью.

*Технологичность* — свойство, придаваемое конструкции технологических линий, установок и агрегатов, их машинам, аппаратам, механизмам, блокам, узлам и деталям, позволяющее использовать в процессе обработки, сборки и испытания на машиностроительных заводах, транспортирования на строительство и монтажа на строящихся объектах экономичные технологические процессы, разрешающие наиболее простое осуществление с наименьшими затратами труда, времени и средств производства, при соблюдении требований безопасности работ и обеспечении качества продукции.

Монтажную технологичность оборудования, трубопроводов и конструкций технологических линий, установок и агрегатов определяют по следующим признакам: полной заводской готовности комплектности изделий с испытанием их на стендах в цехах завода-изготовителя; укрупнению габаритного готового оборудования в крупные блоки с готовыми узлами трубопроводов, арматурой, электроприводами, контрольно-измерительными приборами и автоматикой управления на специальных фундаментных рамах до максимальных габаритов железнодорожного транспорта (включая использование специальных железнодорожных транспортеров и разрешаемых степеней негабаритности); полносборности габаритного оборудования; крупноразмерности и максимальной массе готовых монтажных блоков крупногабаритного оборудования (негабаритного по диаметру и длине) при транспортировке их по железной дороге; полносборности крупногабаритного оборудования при транспортировке на специальных устройствах по водным путям и шоссейным дорогам; обеспечению простоты и точности выполнения монтажных стыков, исключая операции подгонки и применение специального инструмента, дополнительных материалов и деталей, имеющих четкие риски и маркировку стендовой сборки на заводах-изготовителях; наличие устройств для правильной строповки при подъеме и маркировки центра тяжести; наличие контрольных обработанных плоскостей для выверки и центровки; наличие устройств для бесподкладочного монтажа; наличие пломб и заглушек, предупреждающих вскрытие изделий до пусковых испытаний; наличие указаний по составу бетона и простоте исполнения подливки бетоном станин оборудования; четкости и полноте отправочных спецификаций, маркировке монтажных единиц и полноте инструкций по монтажу, наладке, испытанию и эксплуатации.

Монтажная технологичность предусматривается в процессе конструирования оборудования, трубопроводов и конструкций технологических линий, установок и агрегатов и в процессе изготовления их на заводах машиностроения. Повышение монтажной технологичности является основой развития передовой технологии изготовления и монтажа технологических линий, установок и агрегатов, мощным средством резкого повышения производительности труда на монтаже и сокращения сроков ввода в действие объектов производственных мощностей.

*Вопросы для проверки:*

1. Монтажная документация. Что она в себя включает.
2. Монтажная площадка
3. Подготовка оборудования к монтажу.
4. Приемка строительных объектов.

Литература:

[1] (стр. 130 – 141)

[7] (стр. 4 – 14)

[5] (стр. 67 – 76)

## **Лекция 7**

### **Тема: Приемка и подготовка фундаментов под монтаж оборудования**

Основные процессы монтажа начинаются с приемки фундаментных оснований. От качества приемки зависят трудовые затраты и продолжительность монтажа. Приемку фундаментных оснований производят представители отдела капитального строительства строящегося предприятия (ОКСа заказчика), строящегося цеха (объекта) и монтажной организации с участием представителя строительной организации, предъявившей фундаменты к сдаче под монтаж. Одновременно строительная организация предъявляет акты на скрытые работы и геодезические схемы, показывающие проектные размеры по строительным чертежам и фактические в натуре.

Геодезические схемы на фундаменты под сложное оборудование, предъявленные строительной организацией, повторно проверяются геодезистами ОКСа и монтажной организации.

В процессе приемки особое внимание следует обращать на соответствие проекту по монтажным чертежам продольной и поперечной осей, высотных отметок под станины оборудования, качества бетона и насечки поверхности; расположения анкерных болтов по их осям и высотным отметкам; длины и состояния нарезки установленных анкерных болтов и наличия на них гаек; состояния стенок и размеров щелей (проходов) в фундаментах для движущихся частей оборудования: цепей, штанг и т. п., опорных плоскостей под закладные плиты анкерных болтов больших диаметров; колодцев для анкерных болтов, очистки их от опалубки, мусора и выступающей арматуры; обозначений на фундаментах осей и высотных отметок; подсыпки фундаментов грунтом; устройства черного пола и, наконец, на очистку и промывку поверхности фундаментов.

Приемку фундаментов и проверку соответствия проекту по монтажным чертежам производят в связи с тем, что в строительных чертежах не всегда учитываются ребра жесткости станин, высота которых достигает до 200 мм, выпуклости в станинах для масляных ванн и др. При устройстве железобетонных бортов вблизи станин не учитывается требуемый свободный подход к станинам при выверке и центровке оборудования. Бывают несовпадения осевых и высотных отметок.

Отклонения от проекта рассматривают с учетом допусков и принимают соответствующие решения.

Для подливаемых станин общее или местное занижение поверхности фундаментов допускается до 50 мм. Занижение свыше 50 мм устраняется дополнительным бетонированием верха фундаментов с требуемой обработкой рабочего шва. Дополнительный расход подкладок относится на счет строительной организации.

Для неподливаемых станин, опирающихся на гладкую поверхность фундамента, допуск отклонения горизонтальности устанавливается в каждом случае по монтажным чертежам.

Завышенные поверхности фундаментов срубаются. Однако в зависимости от толщины слоя подливки станин бетоном, предусматриваемой проектами в некоторых случаях до 100 мм, допускается уменьшение слоя подливки до 50 мм, при этом предусматривается использование мелкой фракции щебня в бетоне для подливки.

В случаях неучтенной высоты ребер жесткости и выпуклости станин срубку верха фундаментов строительная организация производит за счет устранения ошибок проекта. Также за счет ошибок относятся затраты на срубку железобетонных бортов фундаментов, когда их приближение к станинам не позволяет выполнить выверку и центровку оборудования, и затраты на повторное их бетонирование после сдачи станин под подливку.

Отклонение осей анкерных болтов и занижение их верха допускается в пределах 5 мм. Однако общепринятая строителями технология установки анкерных болтов не гарантирует необходимую точность их расположения. По данным НИС Укрглавметаллургмонтажа и Харьковского Промстрой-ниипроекта 18–25 % трудозатрат по монтажу оборудования приходится на процессы по исправлению дефектов, допущенных строительной организацией на установке анкерных болтов при сооружении фундаментов.

Для обеспечения точности расположения анкерных болтов и плит и значительного ускорения сооружения фундаментов применяются специальные «кондукторы».

Применение «кондукторов» одновременно облегчает прокладку и закрепление труб для электрических и других коммуникаций и установку опалубки. Однако, по данным объединения «Союзметаллургстройниипроект» Госстроя СССР, на проектирование «кондукторов», например для прокатного стана, затрачивается от 30 до 50 тыс. руб. На изготовление «кондукторов» для установки нескольких десятков тысяч анкерных болтов безвозвратно расходуется от 8 до 15 кг металла на 1 м<sup>3</sup> бетона или 1500–2000 т металла на прокатный стан.

Монтажная подготовка фундаментов к установке оборудования заключается в обработке поверхности бетона в местах расположения монтажных подкладок. Поверхность бетона под установку монтажных подкладок выравнивается с разной степенью обработки в зависимости от требований поставщиков оборудования. Некоторые поставщики оборудования требуют притирать (шлифовать) поверхность бетона под монтажные подкладки.

Все требования тщательной монтажной подготовки поверхности бетона и сам способ установки оборудования на постоянные стальные и чугунные подкладки, оставляемые в бетоне при подливке станин, основаны на теоретическом предположении, что контакт станин оборудования с массой фундаментов происходит только через монтажные подкладки, а подливка станин бетоном только заполняет свободное пространство и предохраняет подкладки от смещения.

СНиП Ш-Г. 10 – 62 (пункт 3.19) допускает пакет подкладок до 5 шт.

Монтажные подкладки составляют высоту пакета от 50 до 250 мм (при станинах с ребрами жесткости). Прямоугольные чугунные подкладки с чистой поверхностью отливаются размером 200 x 150 x 50 мм, 150 x 100 x 50 – 30 – 20 мм. Металлические подкладки размером 150 x 100 x 15 – 10 – 5 и 100 x 50 x 4 – 3 – 2 – 1 – 0,5 мм нарезаются из листового металла и правятся на плите, заусеницы от резки зачищаются .

По данным опыта расход металла на монтажные подкладки в среднем составляет 25–40 кг на одну тонну установленного оборудования. СНиП – Г. 10.8 – 65 (пункт 3.9) рекомендует принимать суммарную опорную площадь подкладок равной двадцатикратной площади поперечного сечения анкерного болта и удельные нагрузки на подкладку не свыше 50 кг/см<sup>2</sup>.

*Вопросы для проверки:*

1. Какие требования предъявляются по СНиПу к фундаментам оборудования.
2. Виды и расчет анкерных болтов.
3. Новые способы крепления оборудования к фундаменту.

Литература:

[5] (стр. 47 – 67)

[4] (стр. 85 – 88)

## **Лекция 8**

### **Тема: Геодезическое обоснование монтажа и приемка оборудования**

До начала строительства любого объекта и монтажа его оборудования проектируют и создают геодезическую разбивочную основу. Она состоит из плановой и высотной основы. Геодезическая плановая разбивочная основа — система точек (знаков) с известными координатами. Геодезическая высотная разбивочная основа — система точек с известными высотами (реперов). Репер определяет высотную отметку в Балтийской системе высот, где за нуль принят средний уровень воды в Финском заливе («нуль Кронштадского футштока», отмеченный на устое одного из мостов в Кронштадте). Эту высотную отметку называют *абсолютной*. Пользоваться при строительстве и монтаже ею неудобно, поэтому за нуль принимают обычно уровень, чистого пола первого этажа производственного здания (для закрытых объектов) или уровень головки железнодорожных рельсов для открытых объектов (шахтных печей и др.). Высотную отметку любой точки от этой условной горизонтальной поверхности

называют *условной отметкой*. Это облегчает зрительное представление высоты при установке машин и предупреждает ошибки.

Пункты строительной сетки обычно нивелируют, и они служат реперами высотной разбивочной основы. Их базируют на репер государственной нивелирной (высотной) сети.

На базе геодезической разбивочной основы строительной площадки проектируют и выполняют в натуре *геодезическое обоснование монтажа*— совокупность плановых осей и высотных отметок для установки и выверки оборудования. Все плановые оси и высотные отметки разделяют на *контрольные* (главные для данного цеха) и *рабочие*. Рабочие оси и реперы тоже разделяют на *основные* и *вспомогательные*. В качестве основных осей обычно принимают наиболее важные для технологического процесса монтируемых агрегатов направления— движение шихты, полуфабрикатов, металла; например, в случае, принятия ось движения шихты как главной ось, ось конвейеры и перпендикулярные к ней ось приводов будут вспомогательными осями.

ИТР и рабочие монтажных подразделений должны четко представлять себе значение знаков геодезического обоснование монтажа и обеспечивать их сохранность, а также уметь проводить простейшие геодезические измерения и постарения.

*Комплексная система управления качеством механомонтажных работ* состоит из комплекса организационных, технических, экономических и воспитательных мероприятий. Основой системы служат стандарты предприятия (СТП). В связи с широким внедрением на монтаже бригадного подряда повышается роль оценки качества по результатам приемочного контроля. Качество труда бригад монтажников определяют оценками «отлично», «хорошо» и «удовлетворительно» на основании СН 378–77.

Приемка оборудования в эксплуатацию и является главным контролем качества монтажа. Она регламентирована СНиП III-31–78 «Техническое оборудование. Правила производства и приемки монтажных работ» и СНиП III - 3–76 «Правила производства и приемки работ. Приемка в эксплуатацию законченных строительством предприятий, зданий и сооружений. Основные положения». Указанные выше три оценки применяются для определения качества рабочей комиссией при приемке оборудования для комплексного опробования и по результатам комплексного опробования и государственной приемочной комиссией при приемке в эксплуатацию всего объекта.

Приемка оборудования в эксплуатацию состоит из пусконаладочных работ, индивидуального опробования и испытания, а завершается комплексным опробованием (вхолостую и на рабочих режимах).

Различают следующие виды испытаний: на прочность и плотность, вхолостую и под нагрузкой.

Испытание на прочность может быть гидравлическим или пневматическим.

Вакуум-аппараты испытывают на прочность гидравлическим избыточным давлением 0,2 МПа.

*Испытанию на плотность* подвергают аппараты, предназначенные для работы с горючими, взрывоопасными и токсичными газами или жидкостями.

Пробное давление при испытании на плотность должно быть равно рабочему давлению.

Для контроля утечек при испытании на плотность промазывают мыльной или другого состава пеной предполагаемые места утечки. В дефектных местах возникают пузыри.

Прочность аппаратов, работающих под атмосферным давлением, испытывают водой под наливом. Для проверки качества сварных швов в этих аппаратах швы смачивают керосином. Длительность испытания до 24 ч.

При пневматическом испытании на плотность применяют также течеискатели ультразвуковые и тепловые резисторные.

*Индивидуальное опробование* машины начинают с опробования ее рабочего органа.

При опробовании машины с приводом проверяют надежность крепления, состояние и нагрев узлов трения (температура подшипников не должна превышать температуру окружающего воздуха более чем на 40–50 °С), плавность работы передач, вибрацию узлов.

После окончания индивидуального опробования и испытания смонтированного оборудования, произведенных монтажными организациями, оборудование принимают рабочие комиссии для *комплексного опробования* по акту. С момента подписания этого акта оборудование считается принятым заказчиком, и он несет ответственность за его сохранность.

Длительность комплексного опробования должна быть оговорена техническими условиями, обычно 24–72 ч.

После комплексного опробования или через небольшое время заказчик должен остановить все оборудование на *обтяжку*. Это повышает надежность смонтированного оборудования.

*Вопросы для проверки:*

1. Что называется геодезическим обоснованием монтажа.
2. Как называются знаки применяемые при монтаже.
3. Способы напексения технологических и вспомогательных осей с помощью геодезических знаков.

Литература:

[5] (стр. 73 – 74)

[1] (стр. 138 – 141)

## Лекция 9

### Тема: Базирование при монтаже

*Базирование* (греч. basis—основа). При монтаже, как и в машиностроении, под базированием понимают придание машине или монтажному узлу требуемого положения относительно выбранной системы координат. Относительно базовой детали или узла ориентируют остальные детали и узлы. Обычно базовыми служат опорные части машин (корпуса, рамы, станины, плитовины).



При монтаже на базовой детали (узле) выбирают установочную базу – точку, линию или поверхность, необходимую для точной установки машины в соответствии с монтажными осями и высотными отметками геодезического обоснования монтажа. Если возможно, для уменьшения погрешностей за установочные базы при монтаже принимают проектные или конструкторские базы изготовления базовой детали (узла). Пример установочной базы – верхняя плоскость ленты конвейера. Базирование при монтаже – в основном пространственное, однако взаимосвязь монтируемых машин контролируют методами линейного базирования.

*Установка и выверка базовых узлов* – это совмещение на заданной высотной отметке основных продольной и поперечной оси с соответствующими осями фундамента.

Контроль базирования осуществляется двумя основными методами: струнным и оптико-геодезическим. При традиционном *струнном методе* оси фундамента в пространстве обозначают струнами диаметром 0,3 – 0,5, мм из Ст3. На рис.15 показана схема контроля установки станины скиповой лебедки шахтной печи струнным методом. Этот метод весьма трудоемкий, с погрешностями ручных измерений (отклонение струны под действием воздушного потока, провисания), все приспособления загромождают место монтажа. Поэтому струнному методу предпочитают оптико-геодезический.

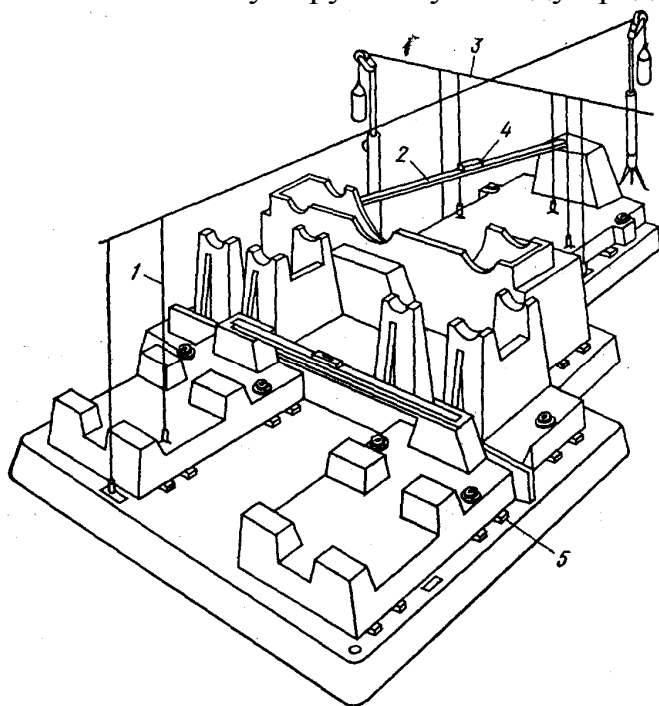


Рис. 9. Контроль установки станины скиповой лебедки шахтной печи струнным методом:  
1– нить отвеса; 2– контрольная линейка;

Преимущество оптико-геодезического метода перед струнным состоит в том, что вместе струн и отвесов используют оптические оси, «провешиваемые» и фиксируемые высокоточными оптическими теодолитами.

На рис. 10 приведена схема выверки плитовин рабочей клетки прокатного стана этим методом (по А.С. Никифорову). Трудоемкость выверки по сравнению со струнным методом ниже на 25–30 %.

С применением к оптико-геодезическому методу лазерной техники производительность труда увеличивается в 2 раза и открывается путь к автоматизации выверки оборудования<sup>1</sup>.

В монтажных геодезических приборах наибольшее применение находят газовые лазеры, менее часто применяются полупроводниковые (в дальномерах). И газовых лазеров чаще используют гелийнеоновые, которые излучают в красной области видимого спектра. Основные элементы лазера (рис. 11) – газоразрядная трубка 5 и оптический резонатор, состоящий из двух сферических зеркал 1, прижатых к инварному корпусу 6, определяющему расстояние между зеркалами. Активную среду возбуждают электростатическим полем, создаваемым подогреваемым катодом К и анодом А трубки. На концах трубки выполнены сферические уширения с прозрачными окнами 2, установленными под оптимальным углом для наименьших потерь на отражение. Лазер настраивают наклоном трубки внутри корпуса винтами 3. Кольцевые пояски 4 служат опорой при сопряжении лазера с уровнем. Место ввода питания 7 в корпус герметизировано. Луч, выходящий из оптического резонатора, имеет диаметр 1- 2мм, а угол расходимости до  $10^0$ . Поэтому лазерный луч пропускают через коллиматор (лат.collinio – направляю по прямой линии) – оптическую систему для получения параллельного пучка. Часто коллиматором служит зрительная труба геодезического прибора.

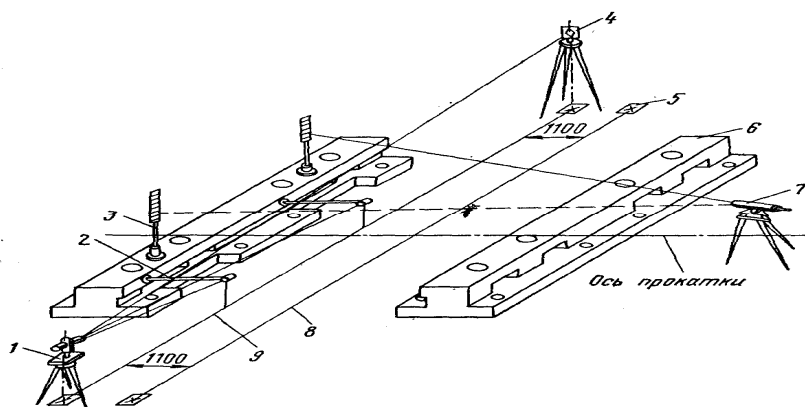


Рис. 10. Схема выверки плитовин рабочей клетки прокатного стана оптико-геодезическим методом (по А. С. Никифорову):

- 1- теодолит; 2- переносная визирная марка с микрометрической головкой и магнитным креплением;  
 3- нивелирная рейка; 4- стационарная светящаяся марка; 5- плашка; 6- плитовина; 7- нивелир;  
 8- ось клетки; 9- вспомогательная ось

При расстояниях порядка 100 м и неярком солнечном освещении лазерный луч или плоскость можно фиксировать на рейке или мишени визуально. При больших расстояниях и ярком солнечном освещении для фиксации лазерного

луча в пространстве применяют фотоприемные устройства, чувствительность которых в десятки и сотни раз выше чувствительности глаза. Для упрощения и ускорения измерений фотоприемник снабжают электронным блоком со световой сигнализацией: например, если приемник установлен точно по центру луча, горит зеленая лампочка, если выше или ниже, — соответственно желтая или красная.

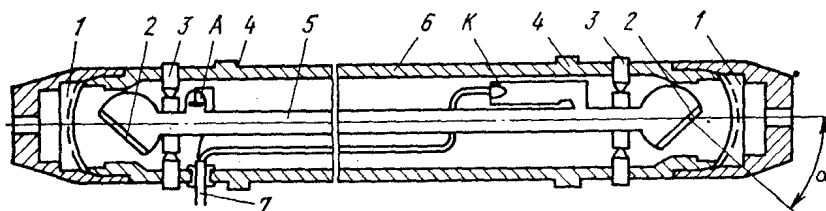


Рис. 11. Конструкция лазера

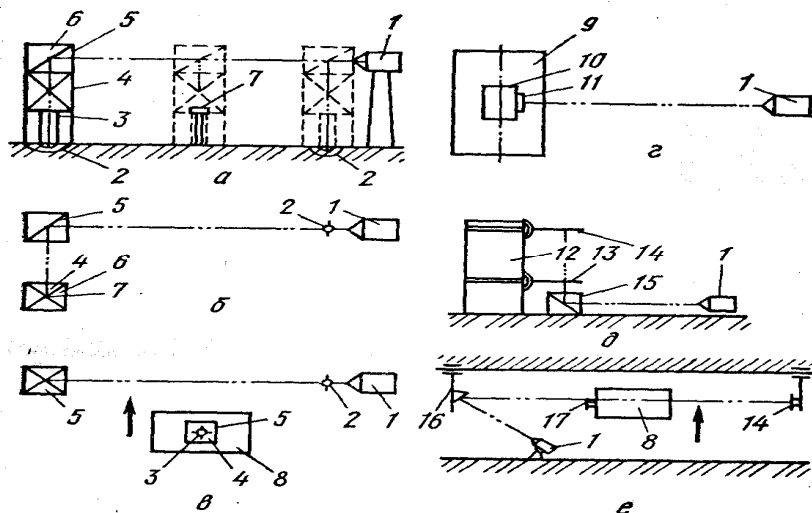


Рис.12. Схема применения лазерных приборов при выверке технологического оборудования:

*А*— закрепление створа и разбивка продольных осей: *б*—разбивка поперечных осей: *в*—установка оборудования в створе: *г*—выверка перпендикулярности валов: *д*— выверка оборудования колонного типа: *е*— закрепление створа на высоте и размещение в нем оборудования: 1—источник лазерного луча: 2—точка кернения: 3— приемник луча: 4—окуляр: 5, 15—пентапризмы: 6— фотоэлектрическая марка: 7— устройство для кернения: 8—элемент оборудования: 9— выверяемый вал: 10—призма: 11— зеркало: 12— выверяемый аппарат колонного типа: 13 — диафрагма: 14, 17 — марки: 16 — кронштейн

Один из способов получения в пространстве «лазерной опорной плоскости» состоит в следующем. Если вращать (сканировать от англ. scan — развертка) луч лазера в горизонтальной и вертикальной плоскости, то при частоте вращения выше определенного значения (около  $6 \text{ с}^{-1}$ ) глаз не успевает различать отдельные положения луча в пространстве, и они сливаются в одну плоскость. От созданной

ими светящейся «лазерной плоскости» можно брать отсчеты по рейке, линейке в любом направлении от лазерного прибора.

Следует иметь в виду, что точность монтажных измерений примерно на порядок выше точности строительных измерений.

На рис. 12 показаны примерные схемы применения лазерных приборов при выверке технологического оборудования. Все измерения ведут непосредственно у места выполнения выверки. Прежде всего это исключает субъективный фактор передачи информации от геодезиста к монтажнику. Кроме того, отпадает необходимость участия геодезиста в процессе выверки.

*Вопросы для проверки:*

1. Что понимают под базированием при монтаже.
2. Как производится выбор базовой точки.
3. Как производится установка и выверка базовых узлов.

Литература:

[2] (стр. 87 – 102)

[5] (стр. 76 – 77)

[7] (стр. 12 – 14)

## **Лекция 10**

### **Тема: Центрирование валов**

Центрирование<sup>1</sup> валов является одним из основных условий обеспечения надежности машин, работа которых сопровождается вращательным движением. Как правило, к рабочему механизму центрируют привод (редуктор); электродвигатель центрируют последним по редуктору. Центрирование валов включает две основные операции: выверку линии валов и устранение всех видов смещений валов соединяемых механизмов и машин.

Распространено ошибочное мнение, что долговечность компенсирующих муфт не зависит от остаточного смещения соединяемых валов. Практика показывает, что уменьшение остаточного смещения вдвое от допускаемого примерно вдвое увеличивает долговечность муфт и подшипников ближайших опор.

Качество центрирования валов по муфтам зависит от степени концентричности расточки и наружной поверхности, а также перпендикулярности торца полумуфты к внутренней поверхности посадочного отверстия.

Если соединяемые валы установить строго горизонтально, то в результате их изгиба от веса установленных на них деталей торцовые плоскости полумуфт не будут параллельны и получится увеличенный зазор вверху (рис. 13). Так как при этом оси валов не являются продолжением одна другой, при вращении

---

<sup>1</sup> Не следует смешивать с термином «центровка» – выполнение центровочных отверстий в заготовках для последующей механической обработки.

соединенные валы будут вибрировать, оказывая вредное влияние на подшипники и другие элементы машин.

*Основное правило центрирования* – торцовые плоскости полумуфт должны быть параллельны, а оси валов – продолжением одна другой без смещения (в плане они должны составлять прямую линию). С учетом прогиба валов крайние подшипники 1 и 4 должны быть несколько приподняты по отношению к средним подшипникам 2 и 3. Прогиб особенно важно учитывать при центрировании, например, роторов тягодутьевых машин с тяжеловесными рабочими колесами.

Величины радиальных зазоров  $n$  (рис.13) характеризующих радиальное смещение  $I_r$  и торцовых зазоров  $m$ , характеризующих осевое смещение  $I_a$  и угловое смещение  $\gamma$ , определяют приспособления различной конструкции – от простейших скоб до сложных устройств. Замеры производят щупом или по индикатору. В каждом из четырех положений соединяемых валов, поворачивая их вместе через  $90^\circ$ , измеряют один радиальный зазор  $n$  и один торцовый зазор  $m$ .

При установке одной скобы (по схеме рис. 14, а) и непосредственном измерении щупом между торцами полумуфт снимают для увеличения точности два замера на противоположных концах диаметра, учитывая полу сумму этих замеров.

Результаты измерений наносят на круговую диаграмму, при этом принято радиальные зазоры записывать вне круга, торцовые – внутри. Достоверность измерений проверяют соблюдением равенств:  $n_1 + n_2 = n_3 + n_4 \pm 2\Delta$ ;  $m_1 + m_2 = m_3 + m_4 \pm 2\Delta$ ; где  $\Delta$  – предельные погрешности измерений.

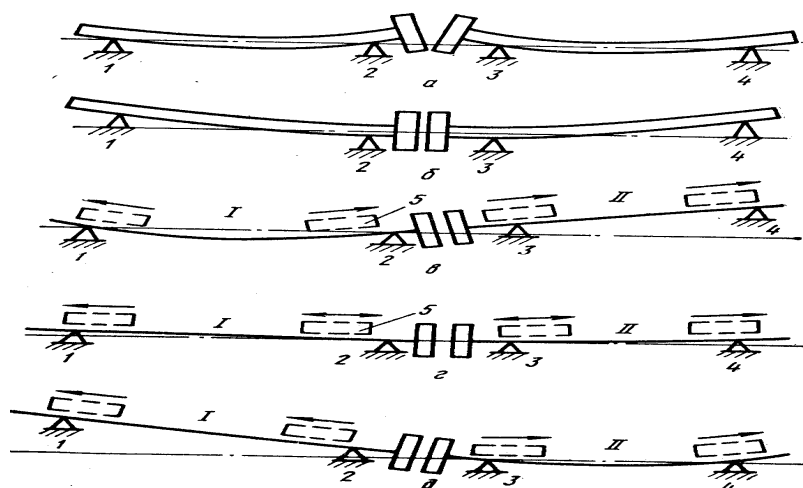


Рис. 13. Положение соединяемых муфтой валов с учетом их прогиба (по М. Л. Каминскому):

*a* – неправильное; *б* – правильное; *в* – *д* – три способа выверки валов;

*1*– *4* – подшипники; *5* – уровень; *I* – рабочий механизм; *II* – редуктор

Перемещение опор центрируемого вала производят на основании результатов простейших расчетов с помощью круговой диаграммы, учитывая

соотношения расстояний от оси вала до мест замера (по радиусам), расстояния по оси между местами замера и корпусами подшипников.

Приспособление для центрирования с электромагнитным креплением конструкции Тяжпромэлектропроекта весьма упрощает работу.

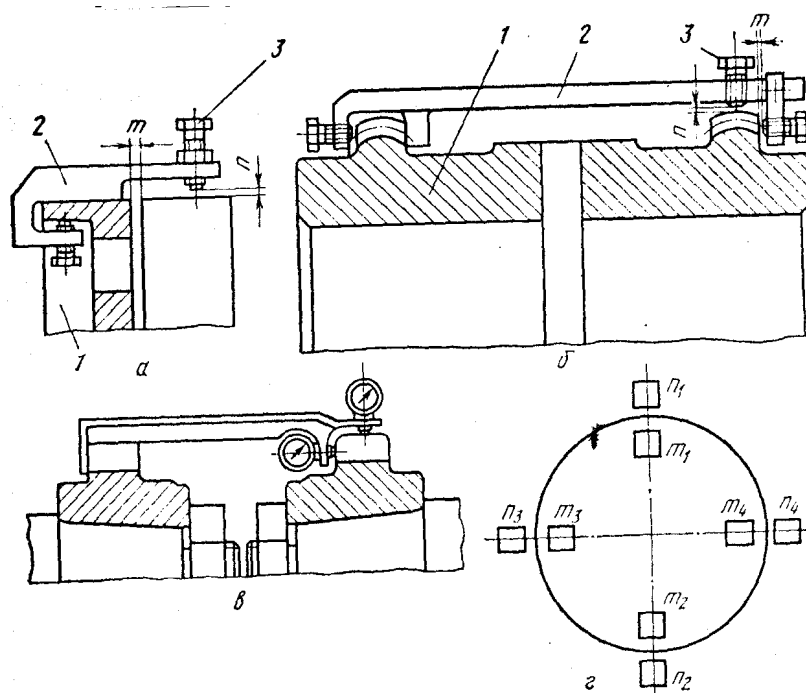


Рис. 14. Центрирование муфт различными способами:  
*а*– пальцевой муфты щупом; *б*– зубчатой муфты; *в*– зубчатой муфты индикаторами; *г*– круговая диаграмма; 1– полумуфта; 2– скоба; 3– винт

*Вопросы для проверки:*

1. Для чего нужно и что обеспечивает центрирование валов.
2. Чем отличается центрирование от центровки валов.
3. Способы центрирование валов.

*Литература:*

- [5] (стр. 81 – 85)
- [3] (стр. 30 – 39)
- [6] (стр. 47 – 104)

## Лекция 11

### Тема: Балансировка вращающихся узлов<sup>2</sup>

Одностороннее накопление даже допустимых погрешностей изготовления, сборки и монтажа может привести к неуравновешенности вращающихся узлов

<sup>2</sup> Балансировка подробно рассматривается при изучении дисциплины «Теория механизмов и машин»; в данном же учебнике приведены только отдельные вопросы, которые необходимо знать при монтаже и эксплуатации.

машин. Такой дисбаланс (франц. *disbalance* — от лат. *dis* – приставка, означающая нарушение, утрату, и франц. *balanc* – весы) может возникнуть и во время эксплуатации при неравномерном износе быстровращающихся узлов.

В быстроходных машинах даже сравнительно малая неуравновешенность может вызвать достаточно большую центробежную силу.

В реальных условиях минимальный эксцентриситет узлов вызывает значительную центробежную силу. Так, при работе ротора массой 4 т со смещенным относительно оси вращения центром тяжести всего на 1 мм и частоте вращения  $25 \text{ с}^{-1}$  на каждый подшипник действует центробежная сила по 12 кН, в 6 раз превышающая статическую нагрузку от веса ротора. Вектор этой силы вращается с угловой скоростью ротора. На вкладыши подшипников действует переменная по направлению и величине вынуждающая неуравновешенная сила  $F_t = F_{\max} \sin(\omega t + \varphi)$ , где  $F_{\max}$  – максимальное значение силы;  $\omega$  – угловая скорость;  $t$  – текущее время;  $\varphi$  — начальная фаза.

Дисбаланс вызывает колебания (вибрацию), удары, нарушает целостность масляной пленки на вкладышах – все это резко понижает надежность машины и приводит к ее поломке. Поэтому любой вид неуравновешенности<sup>1</sup> следует уменьшать до минимально возможной величины.

Уравновешивание называют *балансировкой*. Как известно из теории механизмов и машин, различают три вида неуравновешенности: статическую, динамическую и комбинированную (смешанную, общую). Поставляемые на монтаж вращающиеся узлы балансируют при их изготовлении. Однако необходимость балансировки может выявиться и в процессе монтажа.

Для повышения точности статической балансировки и возможности проведения балансировки роторов в сборе с подшипниками, что особенно ценно при монтаже, проф. Н. В. Гулиа разработал стенд для *статической балансировки* с вибрацией (рис. 15). На основании 1 установлены стойки 2 с посадочным местом под подшипники и центробежный вибратор 5 с регулируемым дебалансом 6. Подшипники 3 ротора 4 перед балансировкой промывают для удаления смазочного материала. Основание устанавливают на резинометаллические виброизоляторы 7. Под действием вибрации ротор передает на подшипники переменную нагрузку. При ускорениях вибрации, близких к ускорению свободного падения  $g$ , момент трения в подшипниках в отдельные мгновения значительно уменьшается, и ротор поворачивается с повышенной точностью вниз «тяжелой точкой».

Обычно в нормативно-технической документации ограничивают остаточную статическую неуравновешенность величиной вызываемой ею дополнительной центробежной силы в долях или процентах от веса роторов:  $F_{\text{ц,доп}} = k_{\text{ост.н}} G_p$ . Учитывая, что  $F_{\text{ц,доп}} = m \omega^2 e_{\text{ост}}$ , получаем  $k_{\text{ост}} = \omega^2 e_{\text{ост}} / g$ , где  $k_{\text{ост}}$  – коэффициент допускаемой остаточной неуравновешенности, доли ед.;  $e_{\text{ост}}$  — остаточное смещение центра тяжести ротора, принимаемое равным 2—10 мкм (при частоте вращения  $50 \text{ с}^{-1}$ ).

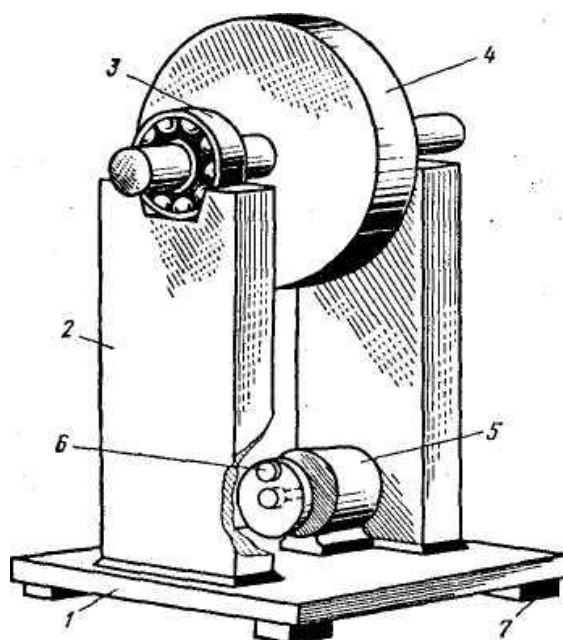


Рис. 15. Стенд для статической балансировки с вибрацией

Динамической балансировкой устраняют динамическую и комбинированную неуравновешенность длинных роторов ( $L/D > 0,2$ ). Поскольку балансировку проводят с вращением роторов, неуравновешенность можно определить точнее, чем без вращения. Кроме того, уравновешивающие грузы при динамической балансировке устанавливают не в одной плоскости, как при статической, а в двух. Поэтому после динамической балансировки остаточное смещение центра тяжести составляет 0,5–1 мкм, т. е. в 4–20 раз меньше, чем после статической.

Динамическую балансировку в условиях заводского изготовления проводят на специальных станках. При монтаже иногда возникает необходимость балансировки на месте установки, в корпусе машины, без демонтажа ротора, на его подшипниках.

Динамическую балансировку на месте установки проводят и в условиях монтажа, и при эксплуатации. Различают два основных способа такой балансировки: с применением резонансно-стробоскопического прибора (виброскопа) конструкции Н. В. Колесника и способ отметок вручную. Виброскоп Н. В. Колесника включает виброметр (рис. 16, а) и неоновую лампу с блоком питания. В основу его работы положен принцип использования резонансных колебаний пружинного индикатора в виброметре и стробоскопического эффекта. Виброметр имеет индикатор — плоскую пружину, прикрепленную нижним концом к основанию прибора, а на верхнем конце имеющую груз — пластинчатый указатель. Частоту свободных колебаний индикатора изменяют, вращая рукоятку 4 винта и перемещая гайку 5, к которой планкой прижимается пружина 3, изменяя таким образом свободную длину. Частоту колебаний определяют на вертикальной шкале по положению указателя гайки 5. Амплитуду колебаний определяют по величине веерообразной тени, создаваемой индикатором при резонансных колебаниях на дуговой шкале. Фазу



колебания находят посредством подвижного контакта 2, перемещаемого рукояткой 1.

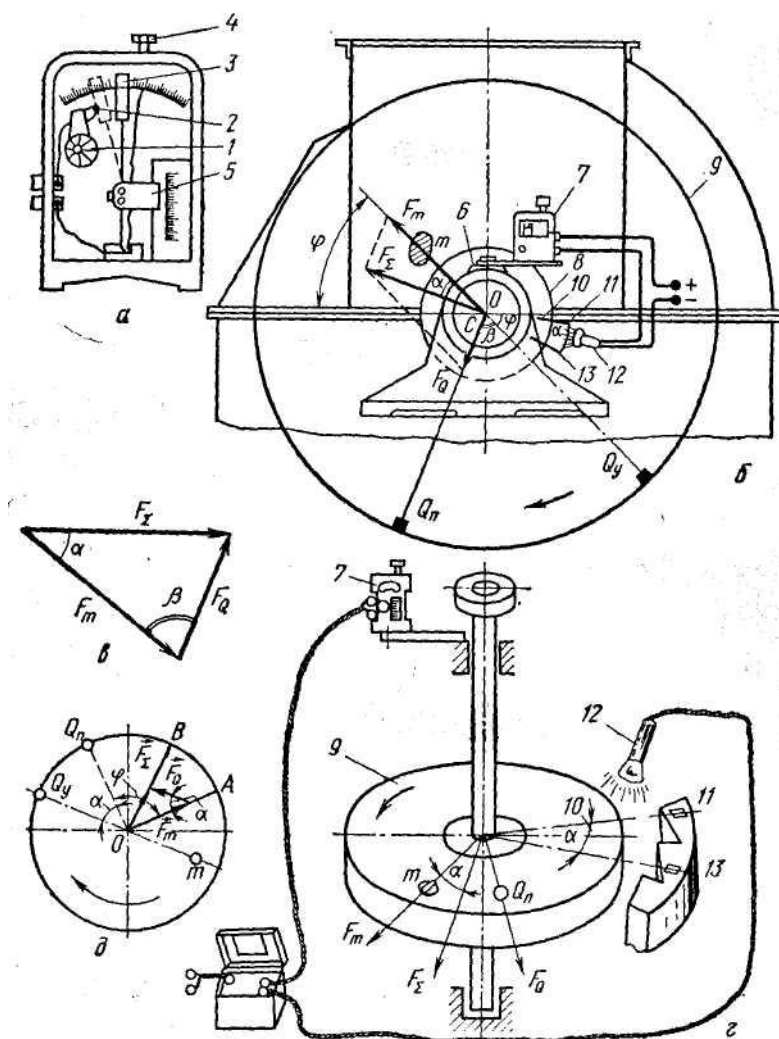


Рис.16 Динамическая балансировка роторов на месте установки:  
*a* – схема виброметра; *б* – схема балансировки горизонтального ротора агло-  
 эксгаустера  
 виброскопом И. В. Колесника; *в* – силовой треугольник; *г*– схема балансировки  
 вертикального  
 ротора центробежной дробилки; *д* – схема балансировки методом отметок  
 вручную

На рис. 16, *б* показана схема балансировки ротора аглоэксгаустера по И. И. Нещерету. Виброметр 7 закрепляют поочередно на корпусах подшипников 6. На балансировочных дисках 8 ротора 9 должны быть нанесены метки 10. При вращении ротора с рабочей частотой настраивают индикатор виброметра в резонанс с горизонтальными поперечными колебаниями подшипников опор и измеряют амплитуду колебаний. Ограничив наполовину колебания индикатора, отмечают чертой 11 на корпусе эксгаустера кажущееся неподвижным в пульсирующем свете ламп 12 положение метки 10. После этого останавливают эксгаустер и укрепляют на роторе в произвольном месте пробный груз  $Q_n$ . Его

величину выбирают такой, чтобы создаваемая им центробежная сила не превышала 15 % весовой нагрузки на опору, т. е.

$$Q_n = 0,15G/\omega^2 e,$$

где  $G$  — вес ротора, приходящийся на данную опору;  $\omega$  — угловая скорость ротора;  $e$  — радиус закрепления пробного груза.

После пуска эксгаустера амплитуда колебаний изменится, так как вектор  $F_m$  центробежной силы от неуравновешенной массы  $m$  геометрически складывается с вектором  $F_Q$  центробежной силы от пробного груза, дает равнодействующий вектор  $F_\Sigma$ , смещенный на угол  $\alpha$  от правления вращения ротора), а величину этого груза  $Q_y$  смещению кажущегося положения метки 10, отмеченному второй меткой 13 на корпусе эксгаустера.

Величину и положение уравнивающего груза определяют построением треугольника сил (рис. 16, в). В произвольном масштабе откладывают вектор  $F_m$  (по величине амплитуды первого пуска, пропорциональной возмущающей силе), под углом  $\alpha$  к нему откладывают в том же масштабе  $F_\Sigma$  (по величине амплитуды второго пуска). Соединив концы векторов, получают графическую величину угла  $\rho$  и величину вектора  $F_Q$  от уравнивающего груза. Из параллелограмма сил на рис. 16, б видно, что уравнивающий груз надо разместить под углом  $\beta$  против смещения меток (и против направления вращения ротора), а величину этого груза  $Q_y$  выбрать такой, чтобы равнодействующий вектор  $F_\Sigma$  свести к нулю:  $Q_y = Q_n F_m / F_Q$ .

Сняв пробный груз  $Q_n$  и установив груз  $Q_y$  на определенное графическим построением место при прежнем радиусе  $e$ , проверяют амплитуду вибрации. Затем балансируют ротор со стороны другой опоры. Балансировку всегда следует начинать со стороны опоры с большей амплитудой. Если амплитуды колебаний превышают допустимые, следует продолжить балансировку для устранения взаимовлияния уравнивающих грузов, определяя компенсационные и добавочные грузы аналогично балансировке на станках. После этого окончательно закрепляют грузы.

Угол  $\varphi$  сдвига фаз (см. рис. 16, б)—угол отставания отклонения корпуса подшипника от направления действия центробежной силы зависит от жесткости стойки, веса ротора, угловой скорости, т. е. является неопределенной величиной. Однако для данной машины он постоянен. Для машин с частотой вращения до  $16 \text{ с}^{-1}$   $\varphi = 20 \div 30^\circ$ , при частоте вращения до  $24 \text{ с}^{-1}$   $\varphi = 30 \div 45^\circ$ . Он может быть определен по результатам пуска с пробным грузом, так как его показывает угловое смещение положения уравнивающего груза  $Q_y$  (см. рис. 16, б).

Колебания индикатора вибromетра по отношению к колебаниям стойки тоже имеют сдвиг по фазе. Величина этого угла постоянна и равна  $15^\circ$  при условии, что поворотным контактом 2 ограничивают амплитуду колебаний индикатора наполовину.

На рис. 16, г показана аналогичная балансировка вертикального ротора центробежной дробилки.

*Балансировка способом отметок вручную* может дать вполне удовлетворительные результаты при определенном навыке и тщательности замеров.

На цилиндрические поверхности балансировочных дисков при остановленном роторе наносят меловой раствор и дают выдержку до его высыхания. Балансировку начинают с опоры, где вибрация наибольшая. Отметки наносят вручную (при рабочей скорости ротора) острой чертилкой или карандашом, причем оператор не должен касаться стойки или рамы машины, чтобы вибрация не передалась на руку. Чертилку подводят постепенно и, слабо касаясь забеленной поверхности, наносят три-пять коротких отметок. Одновременно измеряют амплитуду колебаний. После остановки ротора определяют середину всех рисок.

*Вопросы для проверки:*

1. Что называется дисбалансом вращающихся масс.
2. Какие детали машин подлежат к балансировке.
3. Какие детали подвергаются статической балансировке.
4. Какие детали подвергаются к динамической балансировке.
5. Какие балансировочные станки Вы знаете.

Литература:

[5] (стр. 84 – 90)

Учебник ТММ

## **Лекция 12**

### **Тема: Монтаж подъемно-транспортных машин**

#### **Общие сведения**

Монтаж – это комплекс работ, выполняемых при вводе новой машины в эксплуатацию. Отдельные монтажные операции производятся также при разборке и сборке машины в процессе ремонта. При монтаже новой машины выполняются следующие основные операции: разгрузка и доставка частей машины к месту монтажа; подготовка монтажной площадки; сборка и установка монтируемой машины в проектное положение; расконсервация, наладка и сдача машины в эксплуатацию.

До начала монтажных работ площадку оборудуют постоянными фундаментами для опор металлических конструкций ПТМ и временными фундаментами для опор монтажных устройств; прокладывают рельсовые и безрельсовые подъездные пути, инженерные коммуникации; устраивают переезды, переходы и лестницы; сооружают якорные устройства, производственные и служебные здания; обеспечивают освещение рабочих мест.

В настоящее время монтаж подъемно-транспортных машин (ПТМ) ведется главным образом с помощью самоходных кранов, имеющих широкий диапазон грузоподъемности. Для подъема сверхмощных ступельных кранов, кранов-перегрузателей, порталных, мостовых кранов и другого оборудования, масса отдельных элементов которых может быть 1000 т, а общая масса 3000–3500 т, применяют специальные порталные подъемники грузоподъемностью до 4000 т.

Совершенствованию методов производства строительно-монтажных работ уделяется большое внимание. Созданы специализированные организации,

занимающиеся монтажом оборудования строящихся промышленных предприятий, в том числе и подъемно-транспортного оборудования.

За последние годы определились следующие основные направления совершенствования процессов монтажа подъемно-транспортных машин, реализуемые на стадии проектирования и при подготовке и выполнении монтажных работ: повышение монтажной технологичности подъемно-транспортного оборудования при его проектировании и изготовлении; поставка заводами-изготовителями оборудования с высокой степенью заводской готовности, прошедшего при изготовлении полную контрольную сборку, проверку и обкатку; тщательная подготовка и организация монтажных работ на строительном объекте; укрупнение сборочных единиц оборудования перед его монтажом; применение поточного метода монтажа подъемно-транспортных машин; комплексная механизация такелажных работ благодаря широкому применению эффективных специальных и универсальных монтажных средств.

Монтажные работы должны быть тщательно подготовлены. В состав подготовительных операций входят: составление производственной, технической и проектно-сметной документации, подготовка фронта работ, подготовка оборудования для монтажа, подготовка монтажных средств и механизмов.

Процесс монтажа также можно разбить на отдельные стадии: разметка под монтаж, сборка и наладка монтажных механизмов, такелажные работы, сборка монтируемой машины, наладка и опробование машины, разборка монтажных механизмов, испытание машины и сдача ее в эксплуатацию.

Некоторые виды работ могут оказаться в различных критических условиях, т.е. будут наиболее продолжительными по времени, например работы, связанные с организационно-техническим обеспечением монтажных операций, подъем и перемещение оборудования (такелажные работы) или сборка, наладка и сдача машины в эксплуатацию.

Строительно-монтажные работы на объекте должны быть спланированы таким образом, чтобы можно было осуществить в первую очередь ввод в эксплуатацию подъемно-транспортных устройств, так как они могут быть использованы при монтаже технологического оборудования. От качества выполнения монтажных работ во многом зависит работоспособность машины при эксплуатации, поэтому монтаж должен вестись по технически обоснованной технологии и на всех этапах сопровождаться соответствующим контролем.

#### Техническая и проектно-сметная документация

Монтажные работы выполняют в соответствии с утвержденным проектом производства работ (ППР) и имеющейся технической (исходной) документацией на монтируемый объект. Исходная техническая документация на подъемно-транспортные машины поступает от завода-изготовителя и предоставляется заказчиком монтажной организации. Она содержит технический паспорт, чертежи машины и ее основных узлов, схемы установки машины и запасовки канатов. К паспорту прилагается заводская инструкция по монтажу и эксплуатации машины.

Проект производства работ содержит: пояснительную записку, графическую часть, сводные ведомости на материалы, метизы, инструмент, такелажное оборудование и механизмы, графики поставки оборудования,

производства работу и движения рабочей силы, документацию о согласовании проекта с организациями-смежниками. Проект производства работ составляется монтажной организацией, а в отдельных случаях, для особо сложных объектов, специализированной проектной организацией. Для часто повторяющихся работ по монтажу подъемно-транспортного оборудования вместо ППР могут выдаваться технологические карты и записки, подготовленные применительно к местным условиям на основе типовых проектов.

В *пояснительной записке* приводятся краткая характеристика монтируемого объекта и задание на его монтаж; указываются последовательность сборки, методы монтажа и применяемое оборудование. В необходимых случаях приводятся расчеты усилий в элементах монтируемых конструкций при подъеме и транспортировании; расчеты усилия в конструкциях на период монтажных работ. Специальные разделы пояснительной записки содержат указания о мероприятиях по безопасному ведению работ, по монтажу и демонтажу временных сооружений и такелажного оборудования.

В *графическую часть* проекта производства работ входят: генеральный план монтажной площадки; схемы установки монтажного оборудования; чертежи и схемы на устройство якорей; схемы транспортирования и подъема монтируемого оборудования или его узлов в проектное положение с указанием центров тяжести и мест строповки; чертежи монтажных приспособлений, основных узлов строповки, вспомогательных устройств и временных сооружений.

В случае использования инвентарных (типовых) монтажных средств вместо чертежей приводятся номера проектов или нормалей, по которым они могут быть изготовлены или заказаны.

*Графики поставки оборудования*, производства работ и рабочей силы регламентируют процесс монтажа. Они составляются с учетом сроков начала и окончания работ и должны обеспечивать максимальное выполнение параллельных работ, отсутствие простоев монтажных бригад и механизмов. Для сложных объектов могут составляться сетевые графики.

По окончании монтажа составляется *исполнительная документация*, которая передается заказчику при сдаче объекта в эксплуатацию. Исполнительная документация содержит установочные чертежи машины с изменениями, которые были произведены по согласованию с заказчиком и проектными организациями. Несанкционированные изменения в конструкции машины, схеме ее монтажа производить не допускается. Одновременно составляются исполнительная схема и акт приемки опорных конструкций (крановых путей, фундаментов и т.д.); схемы проверок, выполненных во время монтажа, в которых должны быть указаны способы измерений, применяемые инструменты.

#### Подготовка оборудования к монтажу

Поставка машин. Заводы-изготовители, как правило, поставляют подъемно-транспортное оборудование в разобранном виде за исключением машин, габариты которых позволяют разместить их на железнодорожном подвижном составе, а также машин, отправляемых потребителю своим ходом.

Металлоконструкции крупных ПТМ поставляются отдельными узлами, размеры и масса которых позволяют перевозить их на железнодорожных платформах или многоосных конвейерах грузоподъемностью до 400 т и длиной по осям сцепления автосцепок до 58 м. Поперечное сечение перевозимых элементов не должно выходить за очертания установленного габарита погрузки (рис. 1.1). Для грузов, вписывающихся в габарит, установлены пять степеней боковой негабаритности: нулевая, I, II, III и IV степени, позволяющие перемещать конструкции, превышающие допустимую ширину. Высота перевозимых конструкций не должна превышать 5300 мм от уровня головки рельса. Наибольшая ширина перевозимых конструкций при IV степени негабаритности составляет 4450 мм. Схемы погрузки негабаритных грузов согласовываются с управлением железной дороги. В отдельных случаях негабаритные конструкции перевозят на автомобильных тягачах - трайлерах или водным транспортом.

Перед отгрузкой поставщик обязан проверить качество изготовления и надежность сборки механизмов. При частичной или полной контрольной сборке с последующей разборкой машины для отгрузки к отгрузочным документам прилагают маркировочную схему с указанием сопрягаемых стыков и перечня монтажных узлов, на которые разбирается машина.

Маркировочные индексы проставляют масляной краской непосредственно на элементах машин или упаковке. При отгрузке в вагон подъемно-транспортных машин составляются упаковочные ведомости, в которых указываются схема расположения элементов в вагоне, масса каждого элемента и вид упаковки.

Разгрузка и хранение. Разгрузка элементов подъемно-транспортных машин должна быть максимально механизирована во избежание простоев железнодорожных вагонов.

Складирование элементов может производиться на специально выделенных площадках, а при наличии места непосредственно на монтажной площадке, в зоне монтажа. Наиболее рационально разгружаемые узлы и детали монтировать сразу в проектное положение - "монтаж с колес". Однако такая организация работ возможна только при четком согласовании графиков поставки и монтажа оборудования. В большинстве случаев оборудование разгружается и складировается с расчетом на длительные сроки хранения. Разгрузка, складирование и хранение оборудования до начала монтажных работ осуществляются организацией-заказчиком.

Расконсервация оборудования производится организацией, ведущей монтаж подъемно-транспортных машин, непосредственно перед монтажом данных узлов и механизмов.

Приемка. До начала монтажных работ представители монтажной организации по акту принимают оборудование от заказчика. Приемку-сдачу производят инженерно-технические работники, уполномоченные приказами по сдающей и принимающей организациям. Перед приемкой представители монтажников должны изучить имеющуюся техническую документацию по данному объекту.

При приемке проверяют комплектность оборудования по спецификациям завода-изготовителя и по упаковочным и маркировочным ведомостям. Проверяется состояние защитных покрытий, окраски и консервационной смазки; наличие пломб в установленных местах, защитной упаковки и предохранительных устройств на узлах и деталях оборудования.

**Ревизия.** При погрузке-выгрузке и хранении возможно повреждение отдельных элементов оборудования. Наиболее часто повреждаются элементы решетчатых конструкций, обработанные поверхности направляющих, валов, посадочные места под муфты и т.д. Для установления повреждений у полученного оборудования, правильности сборки редукторов, лебедок, приводных станций и другого механического оборудования монтажная организация перед началом монтажа обязана провести ревизию его сборочных единиц. При ревизии производят распаковку оборудования, удаление защитных покрытий и предохранительных устройств с обработанных поверхностей и их тщательный осмотр. Особое внимание обращают на укомплектованность сборочных единиц. При обнаружении отступлений от чертежей или технических условий, а также на поврежденные или недостающие детали составляется акт, который направляется в адрес вышестоящей организации и завода-изготовителя, и принимаются необходимые меры для ремонта, замены или доукомплектования оборудования. В необходимых случаях по согласованию с проектной организацией решается вопрос о замене оборудования другим.

**Укрупнительная сборка.** Подготовка оборудования к монтажу завершается работами по соединению отдельных элементов конструкции, поступивших с завода, в один укрупненный блок. Благодаря этому удается в значительной степени сократить объем работ, проводимых в неудобных условиях на высоте, на проектных отметках. Укрупнительная сборка производится внизу, вне проектного положения. При этом обеспечиваются постоянство рабочей зоны и возможность применения грузоподъемных устройств с относительно небольшой высотой подъема.

*Вопросы для повторения.*

1. Какие работы выполняют на строительной площадке перед монтажом крана? 2. Как производят завоз крана на крановые пути? 3. Как производятся при монтаже крана из положения "от себя" и "на себя" установка ходовой рамы, подъем башни и подъем стрелы? 4. Как можно увеличить высоту подъема крана? 5. Что общего в способах монтажа кранов с помощью монтажной, рабочей и падающей стрел и чем они различаются.

Литература

[7] (стр. 105–120)

## **Лекция 13**

### **Тема: Основные вопросы эксплуатации**

Прежде чем освоить этот параграф студент должен разобраться в терминах *эксплуатации*. В технической литературе по эксплуатации оборудования встречаются термины: эксплуатация; производственная эксплуатация; техническая эксплуатация.

Если по Методическим указаниям Комитета стандартов МУ 3–69 «эксплуатация – совокупность всех фаз существования изделия, в том числе периоды: хранения, транспортирования потребителем и подготовки к использованию по назначению, всех видов профилактического обслуживания и ремонтов. Начало периодов эксплуатации исчисляется с момента поступления изделия к потребителю».

Для того чтоб понять суть этого длинного определения и реализовать его в жизни появилось необходимость разделить на две части: производственная и техническая эксплуатация.

*Под производственной эксплуатацией* понимают организационные мероприятия по производственному использованию производительности машин.

*Под технической эксплуатацией* понимают технические мероприятия направленные по проведению технического обслуживания, ремонта и поддержанию работоспособности машин и обеспечению безопасных условий труда.

Следовательно структурная схема эксплуатации любой технической системы, в.т.ч ТТ, приведена на рис. 17, в совокупности представляющие выполнение организационно-технических вопросов.

К организационным относятся вопросы, касающиеся: структуры ремонтно-технической службы (РТС); порядка приемки, хранения и ввода машин в эксплуатацию; надзора за правильностью технической эксплуатации; системы технического обслуживания и ремонта.



Рис.17. Структурная схема процесса эксплуатации транспортной техники



К техническим относятся вопросы контроля за техническим состоянием машин, их узлов и деталей (диагностика), нормирования допустимых износов, технологии производства работ по техническому обслуживанию и ремонту.

Обеспечение исправного состояния подъемно-транспортных машин в течение всего срока эксплуатации имеет большое значение для нормальной работы любого предприятия. От правильной эксплуатации в первую очередь зависят расходы на техническое обслуживание и ремонт, которые для многих видов машин, особенно эксплуатируемых в тяжелых условиях, в течение срока службы многократно превышают стоимость машины. Например, суммарная стоимость ремонтов и технического обслуживания автопогрузчика до капитального ремонта превышает его первоначальную стоимость в 4–5 раз. Кроме того, своевременное и высококачественное выполнение работ по техническому обслуживанию и ремонту подъемно-транспортных машин создает условия для их эффективного использования. Фактически в случае поломки подъемно-транспортной машины потери от простоя обслуживаемого технологического оборудования, задержки с погрузкой, выгрузкой или транспортированием народнохозяйственных грузов могут во много раз превышать стоимость ремонта.

Правильная производственная и техническая эксплуатация способствует продлению срока службы машин без существенных дополнительных затрат, что имеет важное народнохозяйственное значение, поскольку в настоящее время потребности в некоторых видах подъемно-транспортных машин удовлетворяются не полностью.

Хранение машин. Подъемно-транспортные машины, поступившие с заводоизготовителей в собранном виде или смонтированные на месте установки, некоторое время могут находиться в недействующем состоянии. В таком случае должно быть организовано надлежащим образом хранение этих машин для того, чтобы не допустить их разукрупнения или повреждения в результате неблагоприятного воздействия внешней среды. Необходимо также обеспечивать уход за машинами и хранение их в перерывах между сменами. Хранение машин после сдачи их потребителю является составной частью технической эксплуатации. Согласно ГОСТ 7751–85, хранение машин – это совокупность мероприятий, предотвращающих потерю работоспособности машин во время перерывов в работе.

Различают три вида хранения машин: межсменное, кратковременное и длительное. *Межсменное хранение* является необходимым мероприятием технического обслуживания. Оно предусматривает выполнение работ по внешнему уходу за машиной и должно обеспечить нормальный запуск машины в работу при наступлении новой смены. Особенно важно правильно организовать межсменное хранение машин, эксплуатируемых при низких температурах на открытых площадках.

*Кратковременное хранение* организуют в том случае, если продолжительность нерабочего периода составляет от 10 дней до 2 месяцев. Характер работ, проводимых при кратковременном хранении, определяется его продолжительностью, климатическими условиями, наличием закрытых

помещений и конструктивными особенностями машины. В отдельных случаях требуется проведение работ по консервации, как и при длительном хранении.

При *длительном хранении* машин (свыше 2 месяцев) требуется выполнение комплекса работ по защите открытых поверхностей от воздействия изменяющихся погодных факторов, а также ограничение влияния нагрузок от веса машины и монтажных напряжений. Перед постановкой машины на длительное хранение она должна пройти очередное техническое обслуживание, а при необходимости текущий ремонт, которые обеспечат ее работоспособность после расконсервации в течение 300 ч до капитального ремонта. После технического обслуживания или ремонта производятся работы по консервации машины. Предварительно машину необходимо тщательно очистить и вымыть с наружной и внутренней сторон. Во избежание повреждения краски окрашенные места промывают распыленной струей воды или вручную. Затем машину обтирают насухо, подкрашивают участки поверхности с повреждением слоем краски: предварительно их тщательно очищают скребками, шлифовальной шкуркой и обезжиривают. Неокрашенные поверхности покрывают защитным слоем смазки, содержащей ингибиторы коррозии. Ответственные детали и узлы, кроме того, помещают в чехлы из полимерной пленки или обертывают промасленной бумагой. Электрооборудование, аккумуляторы и контрольные приборы снимают и хранят в закрытых помещениях. Перед установкой на хранение аккумуляторы необходимо подзарядить, а при хранении более шести месяцев их разряжают до напряжения 0,75 В в каждом элементе, сливают электролит и промывают элементы дистиллированной водой. Резиновые и резинотекстильные (резинордные) изделия (шины, камеры, конвейерные ленты, клиновые ремни и др.) хранят в затемненных помещениях при температуре 5–15 °С. Снятое оборудование следует маркировать или снабжать бирками. Для предотвращения остаточных деформаций деталей машины, находящихся на длительном хранении, следует устанавливать на специальные подставки и опоры так, чтобы разгрузить наиболее ответственные узлы (рессоры, пружины, поддерживающие и несущие канаты и цепи). Для этого такие элементы машины, как стрелы, контргрузы, консоли, устанавливают на ставлюги, козлы, стойки или шпальные клетки.

После окончания работ по консервации заполняют карточки хранения, пломбируют кабины, капоты и крышки топливных баков; машину снабжают табличкой с указанием лица, ответственного за хранение, и даты постановки на хранение. При хранении на открытом воздухе состояние консервации проверяют через каждые два с половиной – три месяца и при необходимости восстанавливают.

Приемка и передача машин. Для повышения ответственности за сохранность и работоспособность машин установлен определенный порядок приемки-передачи их от завода-изготовителя, после консервации или ремонта, а также от эксплуатирующей организации в ремонт или на баланс другой организации.

Порядок приемки новой машины, поступившей от завода-изготовителя, описан в параграфе 1.4. Порядок приемки машины из ремонта регламентируют ГОСТ 24406–80, ГОСТ 24407–50, ГОСТ 24408–80. Машины, отремонтированные капитальным ремонтом, должны иметь такие же (или близкие) рабочие характеристики, как и новые машины. На ремонтном предприятии перед сдачей машины испытывают, принимают службой ОТК, заправляют топливом, маслами и рабочей жидкостью в соответствии с техническими условиями и требованиями, указанными в инструкции по эксплуатации. После заводского ремонта машину принимают комиссионно с участием представителя организации-владельца. Как правило в приемке принимает участие машинист, назначенный для работы на данной машине. В случае отсутствия представителя заказчика приемку осуществляет ОТК ремонтного предприятия и отправляет заказчику, который по получении машины принимает ее аналогично приемке новой.

Расконсервация машин. Вводу в эксплуатацию смонтированных машин предшествуют работы по расконсервации, которые являются одним из видов технического обслуживания.

Расконсервация заключается в снятии защитных чехлов и пластырей, протирке наружных поверхностей ветошью, смоченной в керосине или дизельном топливе, и последующей протирке сухой ветошью. Техническое состояние машины проверяют наружным осмотром, а затем опробованием на холостом ходу и под нагрузкой.

Обкатка машин. Нормальную эксплуатацию машин можно начинать только после ее обкатки при пониженных нагрузках по режимам, установленным в инструкции по эксплуатации. В период обкатки происходит взаимная приработка деталей машин, выявляются дефекты изготовления и сборки.

Регистрация машин. Подъемно-транспортные машины, подконтрольные Госгортехнадзору и Госавтоинспекции, могут быть введены в эксплуатацию только после регистрации и получения соответствующего разрешения в этих органах. О вводе в эксплуатацию делается отметка в паспорте или формуляре машины.

Гарантийный срок. В период обкатки или при эксплуатации возможны поломки и выход машин из строя вследствие дефектов, возникающих по вине завода-изготовителя или предприятия, ремонтировавшего машину. Если неисправность выявлена в период гарантийного срока, то она устраняется заводом-изготовителем или ремонтным предприятием бесплатно. Завод не меняет детали и не несет ответственности за поломку машины в течение гарантийного срока, если они вышли из строя в результате неправильной эксплуатации, например, неправильное хранение, нарушение правил производства монтажных работ, нарушение режимов обкатки, эксплуатация под нагрузкой, превышающей паспортную, нарушение правил технического обслуживания, неумелое управление машиной и др.

Гарантийные обязательства не выполняются заводом также в случае нарушения установленных сроков предъявления рекламаций, невысылки на завод дефектных деталей, снятия пломб, отсутствия предусмотренных формой

рекламационного акта сведений. Рекламационный акт составляется при обнаружении поломок, происшедших по вине завода, и является обязательным для него. Акт составляется комиссией образованной эксплуатационным предприятием. В состав комиссии должен включаться представитель завода-изготовителя или ремонтного предприятия и компетентный представитель незаинтересованной организации, имеющий доверенность, заверенную печатью Совета народных депутатов. В случае неявки представителя завода в течение семи суток с момента поступления извещения на завод с учетом времени на проезд, комиссия составляет акт-рекламацию без его участия. В акте должны быть указаны характер поломки, число и стоимость деталей, подлежащих замене, ориентировочная стоимость связанных с этим работ. Срок составления и отправки акта-рекламации составляет 10 дней с момента поломки. Порядок, сроки образования и другие вопросы, касающиеся работы рекламационных комиссий, регламентируются "Положением о поставках продукции производственно-технического назначения".

Списание машин. Если восстановление изношенных машин, продажа или передача их другой организации по балансовой стоимости или безвозмездно невозможны или нецелесообразны, то такие машины подлежат списанию. Для определения этого на каждом предприятии создают специальные постоянно действующие комиссии, в состав которых входят представители отдела главного механика, подразделения, в котором эксплуатируется данная машина, бухгалтерии. Если списанию подлежит оборудование, подконтрольное Госгортехнадзору, Котлонадзору на предприятиях и в организациях МПС и Минтрансстроя, соответствующим Регистрам на морском и речном флоте и Госавтоинспекции, то в комиссию включаются представители этих служб. После списания машины разбирают, годные сборочные единицы и детали регистрируют для использования по назначению.

Эксплуатационная документация приемке машин, поступивших с завода-изготовителя или из ремонта, предшествует проверка наличия эксплуатационной документации, в соответствии с которой осуществляются приемка, монтаж и последующая эксплуатация машины. Согласно ГОСТ 2.601–68, в комплект эксплуатационной документации, поставляемой заводом-изготовителем, входят: формуляр или паспорт, этикетка, техническое описание, инструкция по эксплуатации, инструкция по техническому обслуживанию, инструкция по монтажу, пуску, регулированию и обкатке, ведомости поставляемых с машиной запасных частей, инструмента, принадлежностей и материалов, необходимых для эксплуатации, технического обслуживания и ремонта машины (ведомости ЗИП). В состав эксплуатационной документации могут быть включены дополнительные материалы: каталоги, спецификации, нормативные документы, инструкции, а также эксплуатационная документация на комплектующие машину узлы и агрегаты. Все документы, поставляемые с машиной, перечисляются в формуляре или специальной ведомости. Эксплуатационные документы могут не составляться только для простых машин, узлов и агрегатов, необходимая информация о которых размещается на машине.

*Паспорт машины* содержит ее наиболее общие технические данные, гарантированные заводом-изготовителем. Формы паспортов для подъемно-транспортных машин утверждены Госгортехнадзором.

*Формуляр* составляют на подъемно-транспортные машины, для которых ведется учет их технического состояния и учет данных по эксплуатации за весь период использования. Кроме паспортных данных формуляр содержит сведения о длительности и условиях работы, проведенных ремонтах и техническом обслуживании машины.

На *этикетке* указываются данные о заводе-изготовителе, наименование машины, основные данные технической характеристики, год изготовления.

В *техническом описании* приводятся необходимые сведения об устройстве и действии машины и подробная техническая характеристика.

*Инструкция по эксплуатации* содержит сведения, необходимые для правильного транспортирования, хранения, технического обслуживания и использования машины. На основании инструкции завода-изготовителя в организации, эксплуатирующей машину, разрабатывается собственная инструкция, в которой учитываются местные условия эксплуатации и описываются права и обязанности обслуживающего персонала, порядок приемки и сдачи машины между сменами, порядок действий по пуску, остановке и управлению машиной, порядок технического обслуживания машины и требования по технике безопасности при эксплуатации.

Для удобства пользования сведения, необходимые для эксплуатации машины, могут быть оформлены в одном документе "Руководстве по эксплуатации". Допускаются также различные виды объединения документов, входящих в состав эксплуатационной документации.

В эксплуатирующей организации, кроме перечисленных документов, ведутся журналы приемки и сдачи машины по смене, учета технических обслуживании и ремонтов и другие документы, виды и формы которых устанавливаются вышестоящими организациями или на месте.

*Вопросы для повторения.* 1. Какие составные части технической эксплуатации машин? 2. Какие мероприятия осуществляются при получении новой или отремонтированной машины? 3. Как составляется рекламационный акт?

Литература

[5] (стр. 142–150)

[7] (стр. 160–167)

[8] (стр. 80–90)

## **Лекция 14**

**Тема: Технический надзор, правила работы и техника безопасности при эксплуатации транспортных машин**

Освидетельствование подъемно-транспортных машин.  
Освидетельствование машин – это основное мероприятие технического надзора.

Его целью является контроль за соответствием технического состояния установки и обслуживания машины правилам Госгортехнадзора и документам, представленным при регистрации; контроль за исправным состоянием машины, обеспечивающим безопасную работу. Технические переосвидетельствования подъемно-транспортных машин по срокам бывают первичные, шиповые и внеочередные; по объему проводимых испытаний – полные и частичные.

*Полное первичное освидетельствование подъемно-транспортных машин*, поступивших с завода-изготовителя или ремонтного предприятия и перевозимых в собранном виде, производится отделом технического контроля (ОТК) завода (предприятия) перед отправкой машины владельцу. В дальнейшем технические освидетельствования производятся в плановом порядке предприятием-владельцем этих машин.

*Частичное освидетельствование грузоподъемных машин* должно производиться не реже одного раза в 12 месяцев, а полное – раз в три года. Редко используемые машины, применяемые только при ремонте оборудования, подвергаются полному освидетельствованию раз в пять лет. Лифты, зарегистрированные в органах технадзора, подвергаются техническому освидетельствованию в полном объеме один раз в 12 месяцев.

*Внеочередное полное техническое освидетельствование грузоподъемной машины* назначают после монтажа, вызванного установкой машины на новое место, реконструкции (модернизации) машины, ремонта металлических конструкций машины с заменой элементов, капитального ремонта машины или замены механизма подъема, крюка и несущих или вантовых канатов кабельных кранов.

Полное техническое освидетельствование подъемно-транспортных машин включает осмотр, статическое и динамическое испытание. При частичном техническом освидетельствовании производят осмотр машины. В процессе осмотра должны быть осмотрены и проверены в работе механизмы и электрооборудование, тормоза, приборы безопасности, системы управления, сигнализации и освещения, а также габариты. Кроме того, проверяют состояние металлоконструкций машины, крюка и деталей его подвески, канатов, блоков, осей и деталей их крепления; соответствие массы противовеса и балласта лифтов и стреловых кранов паспортным значениям; состояние крановых путей и заземления машин с электрическими проводами (определение сопротивления растеканию тока).

*Статическое испытание* предназначено для проверки прочности машины и отдельных ее элементов, а также для проверки грузовой устойчивости. Нагрузка грузоподъемных машин при статическом испытании должна быть больше их номинальной грузоподъемности на 25 %, малых грузовых лифтов на 50 %, а лифтов всех других типов на 100 %. В нагрузку включаются вес испытательного груза и вес всех вспомогательных приспособлений, подвешиваемых на крюке. При статическом испытании мостовых, козловых и передвижных консольных кранов груз поднимают на высоту 200–300 мм. У кранов стрелового типа стрела устанавливается относительно ходовой части в положение наименьшей устойчивости крана, и груз поднимается на высоту

100 мм. Кран считается выдержавшим испытание, если в течение 10 мин поднятый груз не опустился на землю, а после опускания груза в металлоконструкциях и других элементах крана не окажется трещин, остаточных деформаций и других повреждений.

*Динамическое испытание* имеет целью проверку действия механизмов и тормозов грузоподъемной машины, а у лифтов, кроме того, проверку ловителей и буферов. При динамическом испытании проводят повторный подъем груза, масса которого на 10 % превышает номинальную грузоподъемность, и проверку действия всех механизмов машины. Допускается динамическое испытание грузоподъемных машин производить рабочим грузом. Результаты технического освидетельствования подъемно-транспортных машин, подконтрольных органам технадзора, записываются в паспорт или формуляр машины лицом, производившим освидетельствование, с указанием срока следующего освидетельствования. Результаты освидетельствования других грузоподъемных машин записываются в журнал их учета и осмотра.

Техническому освидетельствованию подвергают также съемные грузозахватные приспособления (стропы, цепи, траверсы, захваты и др.). Их осматривают и испытывают нагрузкой, на 25 % превышающей номинальную. В процессе эксплуатации съемных грузозахватных приспособлений и тары они должны периодически осматриваться: траверсы не реже чем через шесть месяцев; захваты и тара – через один месяц; стропы (за исключением редко используемых) – через десять дней.

*Организация надзора.* Владелец подъемно-транспортных машин должен постоянно обеспечивать содержание их в исправном состоянии. Для этой цели назначаются лица, ответственные за безопасную эксплуатацию машин, создается ремонтная служба, устанавливается порядок обучения, проверки знаний и допуска персонала к обслуживанию подъемно-транспортных машин. Они осуществляют надзор за техническим состоянием машин и их правильным использованием; проводят освидетельствование; контролируют выполнение предписаний органов технадзора, графиков периодического осмотра и ремонта подъемно-транспортных машин и крановых путей; проверяют соблюдение установленного Правилами Госгортехнадзора порядка допуска рабочих к управлению и обслуживанию подъемно-транспортных машин. При выявлении неисправностей подъемно-транспортной машины или нарушений Правил устройства и безопасной эксплуатации инженерно-технические работники по надзору обязаны принять меры к устранению этих неисправностей и нарушений, а в случае необходимости остановить машину.

Главной причиной производственного травматизма при ремонте и техническом обслуживании грузоподъемных машин является несоблюдение конкретных требований по обеспечению безопасности, предусмотренных правилами Госгортехнадзора, системой Государственных отраслевых стандартов по безопасности труда (ССБТ), местными инструкциями, технологическими картами и правилами. При четкой организации работ, неукоснительном выполнении должностных обязанностей всеми лицами, ответственными за правильную эксплуатацию подъемно-транспортных машин, причины, вызывающие

производственный травматизм, могут быть сведены к минимуму или полностью устранены.

Порядок проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту подъемно-транспортных машин должен быть строго регламентирован. Вывод крана на техническое обслуживание и в плановый ремонт производят в соответствии с утвержденным графиком. На проведение ремонта кранов должен выдаваться наряд-допуск, в котором указываются дата проведения ремонта, фамилия лица, ответственного за его проведение, меры по созданию безопасных условий работы. Без наряда-допуска можно производить профилактический осмотр крана, а также текущий ремонт по вызову крановщика. Перед началом ремонта проводят инструктаж членов ремонтной бригады о мерах по технике безопасности с росписью исполнителей в специальном журнале.

Плановый ремонт крана производят в специально отведенном месте, у посадочной площадки во избежание выхода ремонтников на крановые пути. Ремонтируемый кран фиксируют от самопроизвольного движения установкой под колеса специальных упоров, а для предупреждения наезда работающих кранов на ремонтируемый кран на крановые мути устанавливают упоры и линейки для конечных выключателей. Площадка цеха под краном должна быть ограждена и снабжена плакатами: "Кран на ремонте", "Проход воспрещен", "Наверху работают люди".

*Вопросы для повторения.* 1. Как организуется надзор за техническим состоянием подъемно-транспортных машин? 2. Как производятся статические и динамические испытания грузоподъемных машин? 3. Основные требования по безопасной эксплуатации подъемно-транспортных машин?

Литература

[7] (стр. 166–175)

[8] (стр. 44–47)

[5] (стр. 153–157)

### **2.3 Планы практических (семинарских) занятий**

#### **Занятие 1**

**Задание:** Механизация пригоночных слесарно-сборочных работ. Расчет и испытания такелажных средств.

**Методические указания:** Ознакомление студентов различными соединениями в машиностроении и такелажными работами при монтаже объектов. Процесс сборки резьбового соединения. Расчет и выбор такелажного оборудования.

Литература: 2[194-198] , 7[45-49], 14[80-102]

Контрольные вопросы:

1. Способы сборки неподвижных соединений.
2. Как осуществляется процесс сборки резьбового соединения.
3. Определение величины усилия предварительной затяжки.



4. Специальные средства для контроля и ограничения момента затяжки.
5. Охарактеризуйте способы проверок и испытаний такелажного оборудования.
6. Как определяется натяжение каната и цепи стропа.
7. Периодичность проведения испытаний такелажных средств.

#### Занятие 2

Задание: Доставка оборудование к месту монтажа.

Методические указания: Способы транспортирования продукции тяжелого машиностроения к месту монтажа. Учет условий и требований транспортирования. Выбор тягача и расчет тягового условия.

Литература: 5[27-36] , 1[133-138]

Контрольные вопросы:

1. Какие виды специальных транспортных средств применяются для доставки оборудования.

2. Определение тягового усилия тягача.

3. Как производится выбор тягача.

#### Занятие 3

Задание: Выбор средств механизации и методов выполнения монтажных работ.

Методические указания: Основные критерии, определяющие выбор методов монтажа и применяемых средств механизации. Расчет экономического эффекта. Технический анализ.

Литература: 7[53-57]

Контрольные вопросы:

1. Как производится выбор средств механизации монтажных работ.

2. Что предусматривает экономическая оценка монтажной работы.

#### Занятие 4

Задание: Монтаж ленточных конвейеров.

Методические указания: Подготовка к монтажу конвейера. Такелажные средства для навешивания лент. Регулирование верхних роликоопор ленточного конвейера.

Литература: 2[223-233] , 1[281-282]

Контрольные вопросы:

1. Какие операции включает технологически процесс монтажа ленточных конвейеров.

2. Как устраняют боковое смещение ленты.

#### Занятие 5

Задание: Балансировка вращающихся узлов.

Методические указания: Освоить статические и динамические способы балансировки вращающихся деталей и балансировочными станками.

Литература: 5[84-90]

Контрольные вопросы:

1. Какие детали машин подлежат к балансировке.
2. Какие детали машин подвергаются статической балансировке.

#### Занятие 6

Задание: Техническое обслуживание типовых механизмов и деталей ПТМ.

Методические указания: Уметь правильно производить осмотры механизмов и деталей ПТМ. Регулирование и определение параметров составных частей машин.

Литература: 1[340-346] , 7[198-203]

Контрольные вопросы:

1. Какие виды работ выполняются при ТО.
2. Как проверяют техническое состояние барабана ленточного конвейера.
3. Как определяют состояние зубчатых и червячных передач.

#### Занятие 7

Задание: Техника безопасности при монтаже ПТМ.

Методические указания: Общие меры безопасности при монтажных работах. Специальные меры безопасности при монтаже мостовых, козловых, порталных и кабельных кранов. Определение трудоемкости монтажных работ.

Литература: 1[288-292]

Контрольные вопросы:

1. С чем связана повышенная опасность монтажных работ.
2. Как определяется трудоемкость монтажных работ и число монтажных бригад.

#### Занятие 8

Задание: Вспомогательные механизмы такелажных средств.

Методическое указание: Назначение вспомогательных механизмов такелажных средств. Области применения и расчет параметров ТС.

Литература: 2[65-72]

Контрольные вопросы:

1. Как определяется диаметр канатного блока расчет полиспаста.
2. Определение усилия действующего на нижнюю блочную обойму.
3. Определение длины каната для оснащения полиспаста.
4. Выбор каната для стропа крепления блочной обоймы.

#### Занятие 9

Задание: Грузоподъемные и такелажные приспособления.

Методическое указание: Назначение монтажных матч. Конструкции, схемы установки и нагружения монтажных матч. Схемы к расчету высоты матч.

Литература: 5[45-52]

Контрольные вопросы:

1. Что представляет собой монтажная мачта.
2. От чего зависит высота мачты.
3. Расчет мачт.

#### Занятие 10

Задание: Шевры и порталы.

Методическое указание: Назначение шевров и порталных подъемников.

Схемы установки и расчет порталного подъемника.

Литература: 7[85-92]

Контрольные вопросы:

1. Какой механизм называют шевром.
2. Достоинство шевров по сравнению с мачтами.
3. Расчет порталных подъемников.

Занятие 11

Задание: Проверка и испытание такелажного оборудования (ТО).

Методическое указание: Техническое освидетельствование и опробование ТО.

Схемы испытания матч. Ознакомление параметрами расчетов ТО.

Литература: 7[45-52]

Контрольные вопросы: : 1. Как производится ТО и определение ТО.

2. Выбрать канат для электрической монтажной лебедки.
3. Выбрать канат для канатного стропа УСК – 2.
4. Рассчитать такелажную обстановку для подъема конструкции массой 8т с использованием траверсы.

Занятие 12

Задание: Такелажные работы.

Методическое указание: Ознакомление видами, содержанием и способами выполнения ТР.

Литература: : 2[67-71]

Контрольные вопросы:

1. Средства для погрузки и разгрузки грузов.
2. Требования предъявляемые к строповке и расстроповке грузов.
3. Определение усилия такелажных средств.

Занятие 13

Задание: Разметочные работы.

Методическое указание: Разбивка рабочих осей, приемы разбивки осевых линии. Инструменты и приборы.

Литература: : 7[103-110]

Контрольные вопросы:

1. Методы разметочных работ.
2. Какие инструменты и приборы применяют при выполнении разметочных работ.

Занятие 14

Задание: Монтаж лифтов и подвесных канатных дорог.

Методическое указание: Ознакомление с операциями по монтажу лифтов в строящихся зданиях. Расчеты элементов такелажных средств.

Литература: : 5[112-117]

Контрольные вопросы:

1. Из каких операции состоит монтаж лифтов.
2. Как доставляют оборудование подвесных канатных дорог к месту монтажа.

3. Выбросить монтажную лебедку для монтажа лифта.

Занятие 15

Задание: Ремонтные циклы и структуры ПТМ.

Методическое указание: Понятие о ремонтном цикле, обоснование его продолжительности и структуры. Планирование и расчет рабочей силы.

Литература: 2[102-113]

Контрольные вопросы:

1. Что такое ремонтный цикл.
2. Какова структура ремонтных циклов грузоподъемных машин и ленточных конвейеров.
3. Определить общее количество рабочих для выполнения плановых ремонтов механической части ПТМ.

## 2.4 Планы занятий в рамках СРСП

Таблица 2.4

№	Задания	Формы проведения	Методические рекомендации	Рекомендуемая литература
1	Продукция заводов тяжелого машиностроения	Тренинг	Изучить тему 1 лекционного материала. Ответить на вопросы, приведенные в конце лекции. Получить консультацию по непонятным вопросам данной темы.	1 [128-134] 14[3-10]
2	Технология сборки машин	Тренинг	Изучить тему 2 лекционного материала. Ответить на вопросы, приведенные в конце лекции. Получить консультацию по непонятным вопросам данной темы.	3[38-45]
3	Расчленение машин на отдельные сборочные единицы	Тренинг	Изучить тему 2 лекционного материала. Ответить на вопросы, приведенные в конце лекции. Получить консультацию по непонятным вопросам данной темы.	14 [26-30]
4	Запрессовка деталей на прессах	Тренинг	Изучить тему 3 лекционного материала. Ответить на вопросы, приведенные в конце лекции. Получить консультацию по непонятным вопросам данной темы.	14 [80-102]
5	Соединений тепловыми посадками	Тренинг	Изучить тему 3 лекционного материала. Ответить на вопросы, приведенные в конце лекции. Получить консультацию по непонятным вопросам данной темы.	14 [80-102]
6	Классификация такелажного оборудования	Тренинг	Изучить тему 4 лекционного материала. Ответить на вопросы, приведенные в конце лекции.	5[14-36]
7	Монтажные процессы	Тренинг	Изучить тему 6 лекционного материала. Ответить на вопросы, приведенные в конце лекции. Получить консультацию по непонятным вопросам данной темы.	1 [130-141] 7 [4-14]

8	Приемка и подготовка фундаментов под монтаж оборудования	Тренинг	Изучить тему 7 лекционного материала. Ответить на вопросы, приведенные в конце лекции. Получить консультацию по непонятным вопросам данной темы.	5[47-67] 4[85-88]
9	Геодезическое обоснование монтажа	Тренинг	Изучить тему 8 лекционного материала. Ответить на вопросы, приведенные в конце лекции.	5[73-74] 1 [138-141]
10	Базирование при монтаже	Тренинг	Изучить тему 9 лекционного материала. Ответить на вопросы, приведенные в конце лекции. Получить консультацию по непонятным вопросам данной темы.	2[87-102] 5 [76-77] 7 [12-14]
11	Центрирование валов	Тренинг	Изучить тему 10 лекционного материала. Ответить на вопросы, приведенные в конце лекции. Получить консультацию по непонятным вопросам данной темы.	5[81-85] 3[30-39]
12	Динамической и статической балансировки	Тренинг	Изучить тему 11 лекционного материала. Ответить на вопросы, приведенных в конце лекции. Получить консультацию по непонятным вопросам данной темы.	5[84-90]
13	Техническая и проектно-сметная документация монтажа	Тренинг	Изучить тему 12 лекционного материала. Ответить на вопросы, приведенные в конце лекции. Получить консультацию по непонятным вопросам данной темы. Получить консультацию по экспериментальному определению воздействующих факторов. Получить консультацию по оформлению семестровой работы.	7[105-120]
14	Монтаж башенных кранов	Тренинг	Последовательность работ монтажа башенных кранов	7[105-120]
15	Эксплуатация транспортной техники	Тренинг	Изучить темы 13 лекционного материала. Ответить на вопросы, приведенные в конце лекции. Получить консультацию по непонятным вопросам данной темы.	5[142-150] 7[160-167] 8[80-90]

## 2.5 Планы занятий в рамках СРС

таблица 2.5

№	Задания	Методические рекомендации	Рекомендуемая литература
1	Приемка зданий и сооружений под монтаж оборудования	Определение готовности к приемке производственных зданий и сооружений. Применяемые ГПМ для обслуживания зданий и сооружений.	4[88-90]
2	Внедрение бесподкладочного монтажа	Простейшие приспособления применяемые при бесподкладочном монтаже. Технология бесподкладочного монтажа.	4 [96-104]
3	Монтаж мостового крана. Рельсовые крановые пути	Содержание монтажных работ. Схема монтажа мостовых кранов. Типы рельсов.	7 [105-120]
4	Монтаж козловых кранов	Последовательность работы по монтажу крана.	7 [105-120]
5	Монтаж лифтов	Особенности монтажа подъемников и машин непрерывного действия.	7 [131-143]
6	Монтаж ковшовых элеваторов	Последовательность работ при монтаже ковшового элеватора	7 [131-143]
7	Монтаж ленточных и цепных конвейеров	Последовательность работ при монтаже ленточного конвейера	7 [131-143]
8	Монтаж скребкового конвейера	Последовательность работ при монтаже скребкового конвейера	1 [226-231]
9	Монтаж пластинчатого конвейера	Последовательность работ при монтаже пластинчатого конвейера	1 [226-231]
10	Монтаж подвесных и тележечных конвейеров	Требования предъявляемые при монтаже подвесных и тележечных конвейеров	1 [226-231]
11	Техника безопасности при монтаже ПТМ	Нормативная документация ТБ. Основные требования по ТБ при выполнении такелажных работ.	7 [149-153]
12	Виды ТО и ремонта ПТМ	Виды и периодичность технического обслуживания и ремонта транспортной техники	1 [269-274]
13	Ремонтные циклы транспортных машин	Ремонтный цикл и его структура.	5[146-156] 7 [219-236]
14	Организация ремонта	Типы ремонтных процессов. Методы ремонта.	5[146-156] 7 [219-236]

## 2.6. Тестовые вопросы для самоконтроля

### 1. Что такое монтаж

- а) комплекс работ, выполняемых на месте эксплуатации машины, по ее сборке, установке в рабочее положение, наладке и сдаче в эксплуатацию;
- б) совокупность работ по определению технического состояния машин;
- в) комплекс работ, выполняемых по выявлению работоспособности машин;
- г) комплекс работ, выполняемых по разбору и сборке узлов машин;

д) все ответы правильны.

## 2. Работоспособность-это

а) состояние изделия, при котором оно способно выполнять заданные функции, сохраняя значения заданных параметров в пределах, установленных нормативно-технической документацией;.

б) свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах;

в) свойство изделия непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого периода времени или некоторой наработки;

г) свойство изделия сохранять работоспособность до наступления предельного состояния;

д) поддержание работы изделия при установленной системе ТО и ремонтов;

## 3. Хранение машин -это

а) совокупность мероприятий, предотвращающих потерю работоспособности машин во время перерывов в работе;

б) комплекс работ, выполняемых на месте эксплуатации машины, по ее сборке, установке в рабочее положение, наладке и сдаче в эксплуатацию;

в) комплекс работ, выполняемых по выявлению работоспособности машин;

г) совокупность работ по определению технического состояния машин;

д) комплекс работ, выполняемых по разборке и сборке узлов машин;

## 4. Опробование в рабочем положении состоит в подъеме груза на высоту

а) 200-300 мм;

б) 40-50 мм;

в) 80-100 мм;

г) 70-80 мм;

д) 500-1500 мм;

## 5. Испытания такелажных средств проводят под нагрузками в течение

а) 10 мин;

б) 5 мин;

в) 30 мин;

г) 1,5 часа;

д) 1 часа;

## 6. Виды сборки

а) полная, поузловая, цепная;

б) агрегатная, полная;

в) полная, частичная;

г) конвейерная, агрегатная;

д) конвейерная, цепная;

## 7. Монтажные процессы классифицируются на

а) основные, вспомогательные, пусконаладочные;

б) чистовые, черновые;

в) подготовительные, основные;

г) главные, узловые, пусконаладочные;

д) поверхностные, окончательные;

8. Места хранения оборудования делятся на

- а) 4 группы;
- б) 2 группы;
- в) 3 группы;
- г) 5 групп;
- д) 7 групп;

9. Продолжительность длительного хранения машин

- а) свыше 2 мес;
- б) свыше 3 нед;
- в) свыше 1 мес;
- г) свыше 1 года;
- д) свыше 5 лет;

10. Техническое обслуживание-это

- а) комплекс операции по поддержанию работоспособности машин;
- б) комплекс операции по восстановлению работоспособности машин;
- в) комплекс операции по определению технического состояния машин без их разборки;
- г) комплекс операции по выявлению скрытых неисправностей машин;
- д) комплекс операции по повышению работоспособности машин;

11. Ремонт-это

- а) комплекс операции по восстановлению работоспособности машин;
- б) комплекс операции по поддержанию работоспособности машин;
- в) комплекс операции по определению технического состояния машин без их разборки;
- г) комплекс операции по выявлению скрытых неисправностей машин;
- д) комплекс операции по повышению работоспособности машин;

12. Техническая диагностика-это

- а) комплекс операции по определению технического состояния машин без их разборки;
- б) комплекс операции по восстановлению работоспособности машин;
- в) комплекс операции по поддержанию работоспособности машин;
- г) комплекс операции по выявлению скрытых неисправностей машин;
- д) комплекс операции по повышению работоспособности машин;

13. Виды хранения машин

- а) межсменное, кратковременное, длительное;
- б) межсменное, сезонное;
- в) кратковременное, длительное;
- г) длительное, сезонное;
- д) комплексное, ремонтное;

14. Методы монтажа лифтов

- а) тубинговый, блочный;
- б) блочный, узловый;
- в) полный, частичный;
- г) слесарный, сборочный;
- д) тубинговый, комплексный;



15. Сборку металлоконструкции моста ведут на решетках высотой не менее
- а) 800 мм;
  - б) 30 мм;
  - в) 50 мм;
  - г) 70 мм;
  - д) 500 мм;
16. Работы по сдаче крана в эксплуатацию выполняют в
- а) 2 этапа;
  - б) 3 этапа;
  - в) 4 этапа;
  - г) 7 этапов;
  - д) 5 этапов;
17. На расстояния до 500 км оборудования перевозят на
- а) автомобильном транспорте;
  - б) железнодорожным транспортом;
  - в) водным транспортом;
  - г) воздушным транспортом;
  - д) водным и воздушным транспортом;
18. На расстояния до 500 км оборудования перевозят
- а) автомобильном транспорте;
  - б) железнодорожным транспортом;
  - в) водным транспортом;
  - г) воздушным транспортом;
  - д) водным и воздушным транспортом;
17. Балансировка для
- а) уравнивания вращающихся узлов;
  - б) повышения точности детали;
  - в) поддержания работоспособности изделия;
  - г) восстановления работоспособности узлов;
  - д) определения состояния детали;
18. Продолжительность кратковременного хранения машин
- а) до 2 мес;
  - б) до 3 мес;
  - в) до 6 мес;
  - г) до 10 мес;
  - д) до 1 года;
19. К какой категории относятся автомобили.
- а) транспортные;
  - б) энергетические;
  - в) технологические;
  - г) военные;
  - д) медицинские;
20. Основным показателем долговечности элемента изделия является
- а) срок службы (наработка) до отказа;
  - б) показатель долговечности автомобиля;

- в) ремонтпригодность;
- г) взаимозаменяемость;
- д) выходные параметры.

### Ключи правильных ответов

Номер вопроса	Код правильного ответа	Номер вопроса	Код правильного ответа
1	A	11	a
2	A	12	a
3	A	13	a
4	A	14	a
5	A	15	a
6	A	16	a
7	A	17	a
8	A	18	a
9	A	19	a
10	A	20	a

#### Критерии оценки знаний.

При самостоятельной оценке своих знаний рекомендуется составлять разносторонние вопросы (аналогично представленным выше), касающиеся рассматриваемой темы (вопросы составляются в хронологическом порядке) и в течение 1 часа ответить на эти вопросы.

Такую самооценку надо проводить периодический один раз в две недели по мере прохождения курса.

Критерий оценки.

90 – 100 % правильных ответов отлично.

75 – 89 % правильных ответов хорошо.

50 – 74 % правильных ответов удовлетворительно.

0 – 49 % правильных ответов неудовлетворительно.

### 2.7. Примеры экзаменационных вопросов

1. Что называется монтажом оборудования?
2. Что включается в себя монтажная документация?
3. Какие документы придают машинам заводы изготовители?
4. Чем отличается продукция заводов тяжелого машиностроения?
5. Такелажные работы.
6. Классификация такелажного оборудования.
7. Выбор стропов. Расчет.
8. Увеличение грузоподъемности монтажных кранов.
9. Такелажные средства: порталы, шефы, треноги.
10. Монтажные мачты.
11. Монтажные стрелы. Расчет.

12. Полиспасты. Выбор и расчет.
13. Траверсы. Якоря. Расчет.
14. Транспортирование тяжелых машин по железной дороге Республики.
15. Транспортирование тяжелых машин по автодороге. Расчет.
16. Транспортирование тяжелых машин по водному и воздушному транспорту.
17. Расчет каната.
18. Монтажная лебедка. Выбор и расчет.
19. Монтажная площадка. Назначение и организация.
20. Монтаж кранов общего назначения.
21. Монтаж спец кранов.
22. Способы подъема кранов.
23. Испытание кранов после монтажа.
24. Монтаж козловых кранов.
25. Монтаж башенных кранов.
26. Монтаж лифтов.
27. Монтаж ковшовых элеваторов.
28. Монтаж ленточных конвейеров.
29. Испытание ленточных конвейеров.
30. Монтаж ценных конвейеров.
31. Испытание МНТ после монтажа.
32. Изменение технического состояния деталей ТТ.
33. Эксплуатация ТТ.
34. Техническая эксплуатация ТТ.
35. Техническое обслуживание ТТ.
36. Рабочая нагрузка действующая на детали механизма подъема ГПМ.
37. Рабочая нагрузка действующая на детали механизма передвижения крана.
38. Рабочая нагрузка действующая на детали приводы МНТ.
39. Деформация и износ валов и осей.
40. Деформация и износ зубчатого зацепления.
41. Деформация и износ шпоночных соединений.
42. Деформация и износ подшипников скольжения.
43. Деформация и износ подшипников качения.
44. Восстановление подшипников скольжения и применяемые материалы.
45. Ремонт валов и осей.
46. Повышение долговечности деталей упрочнением.
47. Повышение износостойкости металлизацией.
48. Повышение долговечности деталей химическим покрытием.
49. Повышение долговечности деталей электро наплавкой.
50. Газопламенное покрытие.
51. Геодезическое обоснование монтажа.
52. Базирование при монтаже.
53. Центрирование валов.
54. Балансировка вращающихся масс.

55. Геодезические приборы применяемые при монтаже оборудования.
56. Трение в узлах ПТМ.
57. Жидкие смазочные масла.
58. Пластические смазочные масла.
59. Изнашивание основных деталей ПТМ.
60. Методы контроля износа.

## ГЛОССАРИЙ

Монтаж – комплекс работ, выполняемых на месте эксплуатации машины, по ее сборке, установке в рабочее(проектное) положение, наладке и сдаче в эксплуатацию.

Такелажные работы (голл.takelage)- операции по захвату и освобождению, подъему и опусканию, перемещению, удержанию на весу груза при его монтаже, ремонте, погрузке и выгрузке.

Грузоподъемность- масса наибольшего рабочего груза, скалярная величина, имеет размерность массы (кг, т).

Безотказность (Failure-Free Performance; Fall-Safety; Infallibility; Main stage Reliability) – свойство изделия непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого периода времени или некоторой наработки.

Базирование (греч. basis)- основа. При монтаже, как и машиностроении, под базированием понимают придание машине или монтажному узлу требуемого положения относительно выбранной системы координат. Относительно базовой детали и узла ориентируют остальные детали и узлы. Обычно базовыми служат опорные части машин (корпуса, рамы, станины, плитовины).

Выходные параметры (Output Parameters) – числовые показатели технических характеристик машины, которые определяют ее состояние и возможности по выполнению заданных функций.

Дефект технологический (Birth Defect) – несоответствие изготовленной продукции установленным требованиям.

Долговечность (Durability) – свойство изделия сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта.

Интенсивность отказов (Failure Rate; Hazard Rate) – условная плотность вероятности возникновения отказа изделия; определяется для рассматриваемого момента времени при условии, что до этого момента отказ не возник.

Качество (Quality) – совокупность свойств, определяющих степень пригодности изделия для его использования по назначению.

Коэффициент готовности (Availability Factor) – вероятность того, что изделие окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение изделия по назначению не предусматривается.

Коэффициент технического использования (Inherent Availability Factor) – отношение времени выполнения изделием своих функций за весь период эксплуатации к сумме этого времени и времени его нахождения в ремонте и при техническом обслуживании.

Надежность (Dependability; Reliability) – свойство изделия сохранять требуемые показатели качества в течении всего периода его использования, т.е. свойство изделия сохранять во времени свою работоспособность.

Отказ (Failure) – событие, которое заключается в нарушении работоспособности изделия.

Предельное состояние (Limit State) – состояние изделия, при котором его дальнейшее применение по назначению недопустимо или нецелесообразно.

Работоспособность (Availability; Serviceability) – состояние изделия, при котором оно способно выполнять заданные функции, сохраняя значения выходных параметров в пределах, установленных нормативно-технической документацией (техническими условиями).

Ремонт (Repair) – восстановление утраченной изделием работоспособности путем замены или реновации (обновления) поврежденных элементов конструкции.

Ремонтопригодность (Maintainability) – свойство изделия, которое заключается в его приспособленности к обнаружению и устранению последствий отказов путем проведения ремонтов и технического обслуживания.

Ресурс, срок службы (Lifetime) – установленная продолжительность работы изделия до предельного состояния.

Техническое обслуживание (Maintenance) – совокупность мероприятий, направленных на замедление процесса потери машиной работоспособности и на частичное или полное восстановление утраченных характеристик.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ – SYLLABUS.....	3
2. СОДЕРЖАНИЕ АКТИВНОГО РАЗДАТОЧНОГО МАТЕРИАЛА .....	9
2.1 Тематический план курса.....	9
2.2 Конспект лекционных занятий.....	10
2.3 Планы практических (семинарских) занятий.....	56
2.4 Планы занятий в рамках СРСП.....	60
2.5 Планы занятий в рамках СРС.....	61
2.6.Примерные тестовые вопросы для самоконтроля.....	62
2.7.Перечень экзаменационных вопросов.....	66
ГЛОССАРИЙ.....	69

Саргужин Мурат Хусайнович  
Жуманов Мерген Амирович

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС  
ДИСЦИПЛИНЫ**

«Монтаж, эксплуатация и техническое обслуживание ПТСДМ»

для специальности 5В071300 – Транспорт, транспортная техника и  
технологии

**Редактор**  
**Техн. редактор**

**Выходные сведения УМК ДМ обсужден  
на заседании кафедры «Подъемно –  
транспортные машины и гидравлика» Протокол № \_\_« \_\_» \_\_\_\_\_ 2011 г.**

**УМК ДМ Одобрено на заседании  
учебно-методического Совета института  
промышленной инженерии Протокол № \_\_« \_\_» \_\_\_\_\_ 2011 г.**

**Подписано в печать \_\_.\_\_. 2011г.**

**Формат 60 x 84 1/16. Бумага книжно-журнальная.  
Объем \_\_. \_\_ уч.-изд.л. Тираж \_\_\_\_\_ экз. Заказ № \_\_\_\_\_**

**Отпечатано в типографии издательства  
КазНТУ имени К.И. Сатпаева  
г. Алматы, ул. Ладыгина, 32**