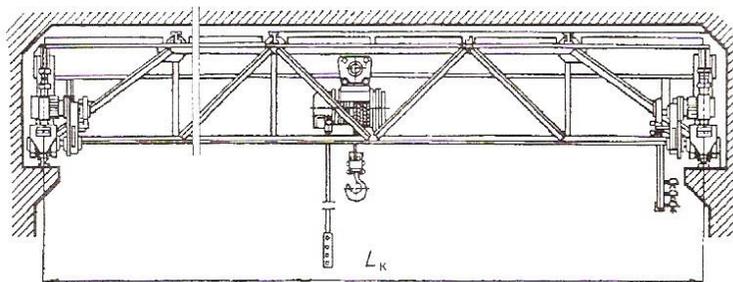


ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ

Инженерный институт

ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ

Методические указания
по выполнению лабораторных работ



Новосибирск 2020

Подъемно-транспортные машины: метод. указания по выполнению лабораторных работ / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т; сост.: В.М. Гладченко. – Новосибирск, 2020. – 66 с. изд. перераб. и доп.

Методические указания содержат: краткое теоретическое описание по изучаемым темам; перечень необходимого оборудования, приборов и инструментов; методику исследования и порядок выполнения лабораторных работ; основные требования по технике безопасности; задания и форму представления результатов, а также вопросы для самоконтроля по каждой теме. Содержание и структура лабораторных работ раздела «Подъемно-транспортные машины» соответствует изучаемым темам дисциплины «Детали машин, основы конструирования и подъемно-транспортные машины», предусматривает возможность выполнения заданий в специализированной аудитории под руководством преподавателя или сотрудника кафедры в составе звена из двух-трех человек.

Методические указания предназначены для студентов очной и заочной форм обучения по направлению подготовки Агроинженерия Инженерного института при изучении и закреплении соответствующих тем дисциплины *Детали машин, основы конструирования и подъемно-транспортные машины*. Методическая разработка может быть рекомендована студентам ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ, обучающимся по инженерным направлениям подготовки.

Утверждена и рекомендована к изданию учебно-методическим советом Инженерного института (протокол от 29 сентября 2020 г. № 2)

ВВЕДЕНИЕ

Важное место в инженерной подготовке студентов занимает курс «Подъемно-транспортные машины». В данном курсе будущий инженер получает основные сведения и навыки, необходимые для успешной эксплуатации, ремонта и проектирования погрузочно-разгрузочной техники. Здесь он впервые сталкивается с многообразием тесно связанных между собой факторов, влияющих на выбор того или другого решения поставленной задачи.

Подъемно-транспортные машины (ПТМ) являются общетехнической дисциплиной. ПТМ как бы завершают общинженерную подготовку будущего бакалавра. Теория курса ПТМ изучается на лекциях и самостоятельно студентами по различным литературным источникам. Практическая часть курса изучается в лаборатории при выполнении лабораторно-практических работ, при решении задач и примеров и при выполнении домашних самостоятельных работ.

На лабораторных занятиях студенты закрепляют знания, полученные на лекциях, при самостоятельной работе с учебником и другими учебными пособиями, приобретают навыки инженерных расчетов с использованием современной электронно-счетной техники, а также осваивают методику и технику экспериментальных работ.

Описанные в настоящих методических указаниях работы по трудности выполнения и оснащению оборудованием и приборами различны, поэтому затраты времени на их выполнение превышают объем, предусмотренный учебным планом. Это связано с необходимостью иметь достаточное количество лабораторных работ и заданий, что позволит делать выбор в соответствии со специальностью и формой обучения.

Цель методических указаний – дать возможность студентам не только руководствоваться ими при работе в лаборатории, но и заранее подготовиться к выполнению практикума.

Каждая лабораторная работа имеет четко составленное задание, где указана цель, назначение работы и дается порядок выполнения. Поэтому студент должен заранее готовиться к практическим занятиям, а при работе в лаборатории должен иметь свой конспект лекций по ПТМ и учебные пособия.

Лабораторно-практические работы проводятся в последовательности, предусмотренной графиком выполнения практикума. Этот график составляет преподаватель и перед началом практикума доводит до сведения студентов.

ЛАБОРАТОРИЯ И ЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Для выполнения лабораторно-практических работ лаборатория оборудована специальными установками, которые представляют собой макеты отдельных подъемно-транспортных машин. Всего их 12, позволяющих наиболее полно изучить конструкции ПТМ, а также выполнить некоторые эксперименты. Кроме того, в лаборатории имеются учебные макеты, представляющие копии действующих ПТМ (подъемная лебедка, башенный кран, ленточный и скребковый транспортеры, а также домкраты: винтовой, реечный и гидравлический).

На стендах (планшетах) лаборатории представлен различный справочный материал, который используется во время выполнения лабораторных и расчетно-графических работ, самостоятельных заданий.

На отдельных стендах выставлены некоторые элементы (образцы) подъемно-транспортных устройств (канаты, цепи, транспортные ленты, крюки и др.), а также сборочные единицы (тормоза, крюковые подвески и др.).

Установки для выполнения лабораторных работ в большинстве своем являются действующими подъемно-транспортными устройствами с электрическим приводом. Каждая действующая установка имеет индивидуальный электропривод с питанием от отдельной сети. Для этого лаборатория ПТМ оборудована специальной электрической сетью.

При выполнении лабораторных работ требуется производить измерения с помощью различных приборов. Однако не все размеры и параметры могут быть измерены непосредственно, то есть прямым или абсолютным измерениями. Например, требуется измерить диаметр барабана механизма подъема груза, а вылет измерительных губок штангенциркуля менее радиуса барабана, следовательно, абсолютные измерения диаметра барабана таким прибором сделать нельзя. В другом случае доступ к измеряемой детали затруднен. Тогда нужно применить косвенный метод измерения.

Сущность косвенного метода измерений состоит в том, что размер искомой величины определяется через другой размер, который легко определить абсолютным (прямым) измерением и он, этот размер, связан с искомым известной функциональной зависимостью. Например, диаметр барабана легко определить, если измерить длину окружности; угол наклона стрелы к горизонту вычисляется по размерам звеньев механизма и тригонометрическим функциям и т.д.

В работах, где приходится применять косвенный метод измерения тех или других величин, об этом сказано более подробно. Однако следует помнить, что точность измерения при этом снижается, так как погрешности ряда измерений накапливаются, увеличиваются при математической обработке.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

В лаборатории «Подъемно-транспортных машин», как указывалось выше, установлены действующие подъемно-транспортные устройства или их макеты, а это накладывает определенные ограничения на студентов в смысле соблюдения порядка и дисциплины. В лаборатории работает студенческая группа, полностью выполняющая одновременно 5-6 различных работ. На выполнение каждой работы отводится 2 часа. Каждый студент выполняет работы в составе звена. Для этого вся группа разбивается на звенья по 4-5 человек и каждое звено выполняет работы по графику.

Таким образом, каждая работа выполняется звеном. Это необходимо из тех соображений, что одному или даже двоим студентам большинство работ выполнить невозможно (так, один должен наблюдать за приборами, второй – включить приборы, третий – управлять установкой и т.д.).

Все записи, связанные с выполнением работы (исходные данные, указания преподавателя, решение задач, выполнение домашних заданий, эскизы и кинематические схемы установок, показания приборов и т.д.) студент делает в конспекте для практических занятий, а в тетради делает отчет. Отчет о выполнении работы каждый студент составляет во время, отведенное для самостоятельной работы, т.к. 2 часов лабораторных занятий достаточно только для выполнения работы.

Студенты обязаны хорошо знать и строго соблюдать правила внутреннего распорядка в лаборатории, основными из которых являются:

1. В лаборатории запрещается: находиться в верхней одежде, оставлять одежду и головные уборы на столах и оборудовании; громко разговаривать, прогуливаться, располагаться для работы на чужих рабочих местах, переходить на следующую работу без разрешения преподавателя, оставлять работающую машину или установку под напряжением без присмотра, запрещается работать в лаборатории одному, строго запрещается без разрешения преподавателя включать электродвигатели и другое электрооборудование, приводить в действие машины и установки.

2. Студенты обязаны: перед выполнением лабораторной работы внимательно ознакомиться с заданием и инструкцией по технике безопасности; перед началом работы или в ходе ее выполнения выяснить у преподавателя все сомнения относительно правильности подключения установки, надежности крепления подвижных деталей, правильности подготовки приборов к использованию, по окончании работы привести в порядок свое рабочее место, восстановить в первоначальное положение оборудование и приборы.

Студенты должны являться на лабораторно-практические занятия хорошо подготовленными, т.е. должны знать теоретическую часть лабораторной работы, которую будут выполнять на данном занятии (номер работы известен из графика выполнения лабораторного практикума), а также изучить методику и содержание работы по настоящему пособию.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В ЛАБОРАТОРИИ

В лаборатории ПТМ студенты выполняют лабораторные и расчетно-графические работы, выполняют экспериментальные научные работы по линии студенческого научного общества до того, как изучат предусмотренный учебными планами специальный курс по охране труда. Это обстоятельство требует обязательного ознакомления всех студентов, приступающих к работе в лаборатории, с безопасными методами работы и всеми правилами по технике безопасности, относящимся к машинам и оборудованию, с которым студентам придется иметь дело.

Преподаватели, ведущие занятия в лаборатории, несут ответственность за обеспечение безопасных условий работы. Перед началом занятий проводится инструктаж, а во время занятий преподаватели должны следить за тем, чтобы правила техники безопасности не нарушались во избежание несчастных случаев.

Несчастные случаи могут быть вызваны организационными или техническими причинами. К числу организационных причин можно отнести: неправильную сборку установки после выполнения работы предшествующим звеном, нарушение дисциплины отдельными студентами, неподготовленность студентов к лабораторным занятиям из-за слабого знания теоретической части курса, недостаточную обеспеченность слесарно-монтажным инструментом и т.д.

К техническим причинам несчастных случаев следует отнести отсутствие или неисправность ограждений и предохранительных устройств, неисправность лабораторной установки, применение неисправного или не соответствующего инструмента, несоблюдение правил безопасности при работе с электрическим и гидравлическим оборудованием и т.д.

Непременным условием предупреждения несчастных случаев является хорошая организация рабочего места каждого звена. Включение в работу той или иной установки возможно после того, когда все студенты звена готовы к этому. Снимая какой-то узел (сборочную единицу) установки, производя ту или другую регулировку, нужно ясно представлять последствия этого. Например, снимая тормозное устройство, все члены звена должны быть готовыми к тому, что грузозахватная часть немедленно приведет механизм в движение, и в это время прикасаться к нему и, тем более, поддерживать что-либо нельзя. Нельзя выводить собачку грузоопорного тормоза из зацепления с храповиком, так как в этом случае тормоз выключается из работы со всеми вытекающими из этого последствиями. Снимая тот или другой узел установки, необходимо заранее поддерживать его, исключая возможность травмирования при падении.

Прежде чем привести в действие какой-то рычаг управления той или другой установкой, нужно ясно представлять себе все возможные послед-

ствия, всегда имея в виду необходимость избежания травмирования кого-либо из членов звена или повреждения оборудования.

При снятии размеров, определении передаточного отношения, снятии эскизов и т.д. должна быть исключена возможность включения установки.

Каждый студент должен наблюдать за своими товарищами и своевременно предупреждать любые действия, которые могут привести к несчастным случаям.

Обо всех неисправностях, обнаруженных в той или иной лабораторной установке, студенты ставят в известность преподавателя или учебного мастера.

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ

Многие установки в лаборатории оборудованы электрическим приводом и, как указывалось выше, каждая установка оборудована индивидуальной электрической сетью. Широкое применение электрической энергии требует тщательного соблюдения правил электробезопасности.

Электрический ток для человека представляет смертельную опасность, если он пройдет через жизненно важные органы. Электрический ток силой 0,1А, проходя через организм человека, парализует нервную систему, в результате чего останавливается сердце, нарушается дыхание и наступает смерть. Установлено, что электрический ток напряжением 50В является опасным для человека, а в лаборатории установки и приборы питаются током напряжения 220/380 В. Поэтому в лаборатории нужно особенно строго следить за соблюдением электробезопасности, основные правила которой сводятся к следующему:

- все токоведущие провода должны надежно крепиться к соответствующим приборам и иметь прочную изоляцию;

- все токоведущие элементы надежно защищаются от возможного прикосновения к ним. Однако во время работы крепления и защита токоведущих элементов могут быть нарушены, и тогда не исключено прикосновение к ним. В этом случае нужно немедленно отключить ток главным рубильником на основном щите или выключить ток разъединением штепсельного соединения; управление установкой с электроприводом должен осуществлять студент, обязательно стоящий на диэлектрическом коврике; во время работы установки нельзя прикасаться к ее остову, так как он может оказаться под напряжением из-за неисправности в занулении (то есть в соединении нулевого провода с остовом установки).

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Общая методика выполнения лабораторных работ

Каждая лабораторная работа имеет своей целью изучение конструкции лабораторной установки или макета, а также приобретение навыков расчета различных подъемно-транспортных механизмов и машин и, наконец, приобретение навыков выполнения экспериментальных работ.

Оборудование лаборатории дает возможность будущему бакалавру в своей практической работе на производстве освоить конструкцию любого подъемно-транспортного устройства, поскольку какая бы ни была подъемно-транспортная машина, она состоит из определенных механизмов и узлов (сборочных единиц).

Любая машина имеет входное и выходное звено, соединенные между собой передаточным механизмом. Входное звено у подъемно-транспортных машин это то, которое получает энергию от двигателя.

Передаточный механизм соединяет эти два звена и приводит в соответствие угловые скорости.

Механические передачи могут быть редуцирующими и мультиплицирующими. Редуцирующая передача понижает угловую скорость ведомого звена, и передаточное звено такой передачи всегда больше единицы. Мультиплицирующая передача повышающая, т. е. угловая скорость выходного звена у такой передачи больше угловой скорости входного звена и передаточное число меньше единицы.

Передаточное число показывает количество оборотов, которое должно сделать входное звено за один оборот выходного звена.

Следует заметить, что ни одна передача, ни один механизм выигрыша в работе (мощности) не дают. И если не считать потерь в передаточном механизме, то мощность на входном валу равна мощности на выходном, а с учетом потерь мощность на выходном валу (звене) всегда меньше мощности на входном звене (валу).

Передаточный механизм понижает частоту вращения валов (у редуцирующей передачи), а это значит, крутящий момент будет увеличиваться и максимального значения достигнет на выходном валу.

Вот эти особенности теории механизмов и машин нужно всегда помнить при выполнении лабораторно-практических работ в лаборатории ПТМ.

Таким образом, общая методика выполнения лабораторных работ состоит в следующем:

1. Обстоятельно изучить конструкцию устройства или машины, предлагаемой для выполнения лабораторной работы;
2. Начертить общую конструктивную схему установки или машины;
3. Изучить рабочий процесс установки или машины;
4. Определить входное и выходное звенья и определить элементы передаточного устройства.

Далее каждая лабораторная работа выполняется в соответствии с частной методикой, приведенной при описании работы.

Составление отчета

Лабораторную работу выполняет звено студентов в составе 4-5 человек, а отчет каждый студент составляет индивидуально.

Отчет пишут в отдельной тетради. На обложке указывают название института, кафедры, лаборатории.

Графическую часть отчета (схемы, эскизы и т.п.) выполняют с помощью чертежных инструментов в относительном масштабе. Указывают номера позиций и наименования.

Текст и формулы пишут аккуратно, начертание букв и цифр должны быть четкими.

Отчет выполняют в следующем порядке:

1. Исходные данные с указанием номера варианта;
2. Результаты измерений;
3. Расчетная часть;
4. Результаты экспериментальной проверки;
5. Кинематическая (гидравлическая) схема установки.

Отчет представляют преподавателю на следующем занятии. Защита лабораторных работ проводится в период зачетной недели.

РАБОТА №1

ТАЛЬ ШЕСТЕРЕННАЯ С ГРУЗОУПОРНЫМ ТОРМОЗОМ

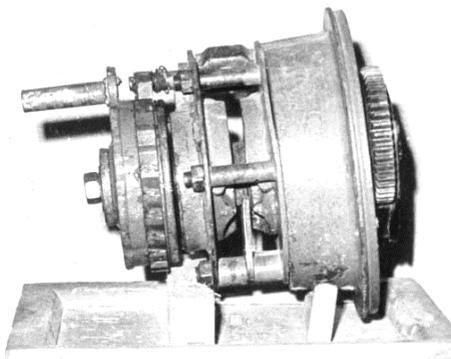


Рисунок 1 – Таль шестеренная

Цель работы – изучить конструкцию тали шестеренной с ручным приводом и автоматического грузопорного тормоза с осевым нажатием от давления поднятого груза и методики их расчета.

Общие положения

Таль шестеренная с грузопорным тормозом имеет ручной привод и применяется в качестве подъемного механизма в однобалочных кранах с ручным приводом (кран-балка). Такие краны находят применение в сельскохозяйственном производстве в том случае, когда интенсивность работы малая или затруднен подвод электроэнергии. Кроме того, такие тали применяются в сельскохозяйственном производстве как самостоятельные грузоподъемные устройства.

Особенностью конструкции данной тали является применение в качестве передаточного механизма планетарного редуктора, что делает таль компактной и менее металлоемкой по сравнению с таями того же типа, но с обычным редуктором.

Необходимое оборудование

1. Таль шестеренная с грузопорным тормозом.
2. Измерительный инструмент (штангенциркуль, масштабная линейка).

Основные правила техники безопасности

1. Во время прокручивания тали для определения числа зубцов колес механизма привода следить за тем, чтобы не попали в колеса кисти рук. Исключить возможность нанесения каких-либо травм. Для этого каждый член звена, прежде чем повернуть колеса, должен предупредить все звено.
2. Тормоз снимать осторожно, так как его масса такова, что при падении можно нанести серьезную травму.

3. При измерении параметров грузовой звездочки (барабана) следить за тем, чтобы весь механизм находился в покое, в противном случае измеряющему может быть нанесена травма.

Порядок выполнения работы

Механизм подъема

1. Изучить конструкцию тали. Начертить кинематическую схему ее с полиспастом в комплекте по окончании расчетов.

2. Сделать измерения:

2.1. Определить диаметр грузовой звездочки (барабана).

Для этого нужно замерить шаг звездочки по вершинам зубцов (выступов) и подсчитать их число (рис.1). Зная шаг звездочки и число зубцов, легко определить диаметр, m :

$$D = \frac{t \cdot z}{\pi}. \quad (1)$$

2.2. Подсчитать число зубьев колес планетарного редуктора; число зубьев центрального колеса, сопряженного с ним сателлита и опорного солнечного колеса подсчитать легко, а вот число зубцов внутреннего сателлита, находящегося в зацеплении с опорным колесом, сосчитать затруднительно. Для этого нужно воспользоваться косвенным методом: подсчитать число зубцов, которое пройдет водило за один оборот сателлита относительно опорного (неподвижного) солнечного колеса.

3. Выписать исходные данные для выполнения работы в конспект.

4. Выполнить расчеты:

4.1. Вычислить передаточное число планетарного редуктора (с внутренним зацеплением колес) и результат расчета проверить опытным путем (определить, сколько оборотов сделает приводная рукоятка за один оборот грузовой звездочки (барабана):

$$U_p = \frac{z_2 \cdot z_3}{z_1 \cdot z_2} + 1, \quad (2)$$

где $z_1 = 12$, $z_2 = 45$, $z_2' = 12$, $z_3 = 53$ – число зубьев колес редуктора.

4.2. Определить грузоподъемность тали с учетом полиспаста, kg :

$$Q = \frac{2F_p \cdot l_p \cdot U_n \cdot U_p \cdot \eta_n \cdot \eta_m}{g \cdot D}, \quad (3)$$

где F_p – усилие на приводной рукоятке, H ;

l_p – плечо рукоятки, m ;

U_n – кратность полиспаста тали;

η_n – КПД полиспаста;

η_m – КПД механизма;

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения.

4.3. Найти скорость подъема груза талью (воспользоваться уравнением равенства работ на входном и выходном звеньях механизма с учетом потерь):

$$Q \cdot g \cdot v_{cp} = F_p \cdot v_p \cdot \eta_o, \quad (4)$$

где v_p – окружная скорость приводной рукоятки, м/с;

v_{cp} – скорость подъема груза, м/с;

$\eta_o = \eta_n \cdot \eta_m$ – КПД общий.

4.4. Рассчитать статический тормозной момент от груза на барабане (звездочке) тали и привести его к валу тормоза, $H \cdot м$:

$$M_{cm} = \frac{Q \cdot g \cdot D \cdot \eta_o}{2U_n \cdot U_p}. \quad (5)$$

Тормоз грузоупорный

1. Изучить устройство и работу грузоупорного тормоза. Для этого его нужно снять и разобрать. Рабочий процесс тормоза изучить по действующему тормозу. В рабочем процессе тормоза нужно знать три периода: работа при подъеме груза, при удержании поднятого груза и при опускании его.

Необходимо начертить схему тормоза.

2. Сделать измерения:

2.1. Средний диаметр винтовой резьбы (найти полусумму внутреннего и наружного диаметра резьбы).

2.2. Угол подъема средней линии резьбы (сделать развертку винта, для этого по оси абсцисс отложить длину средней окружности, а по оси ординат – шаг резьбы и соединить граничные точки прямой линией, получим развертку винта), который легко определить простым измерением. Также его можно определить по формуле

$$\alpha = \arctg \frac{t}{\pi \cdot d_{cp}}, \quad (6)$$

где t – шаг резьбы;

d_{cp} – средний диаметр резьбы.

2.3. Средний диаметр диска (измеряется так же, как и средний диаметр винтовой резьбы по фрикционной обкладке диска).

3. Выполнить расчеты:

3.1. Вычислить осевую силу, сжимающую диски, H :

$$F = \left[\frac{2M_{cm}}{d_{cp} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \rho) + f \cdot D_{cp}} \right], \quad (7)$$

где d_{cp} – средний диаметр резьбы, м;

α – угол наклона средней линии резьбы на валу, град;

ρ – угол трения покоя на винтовой поверхности, град;

D_{cp} – средний диаметр трения между дисками и храповиком, м;

f – коэффициент трения покоя на поверхности дисков.

3.2. Тормозной момент грузоупорного тормоза, $H \cdot м$:

$$M_m = F \cdot f \cdot D_{cp}, \quad (8)$$

где f – коэффициент трения.

3.3. Коэффициент запаса тормозного момента

$$K = \frac{M_m}{M_{cm}}. \quad (9)$$

Коэффициент запаса тормозного момента должен быть не менее 1,2-1,3.

Контрольные вопросы

1. Какие нормы запаса прочности при расчете грузовых цепей рекомендуются Гостехнадзором?
2. Как определяются конструктивные размеры грузовой звездочки?
3. Как работает грузоупорный тормоз?
4. Какие параметры влияют на коэффициент запаса тормоза?
5. Как определить угол подъема винтовой линии резьбы на тормозе?

РАБОТА №2 ПОДЪЕМНИК С КОМБИНИРОВАННЫМ ПРИВОДОМ

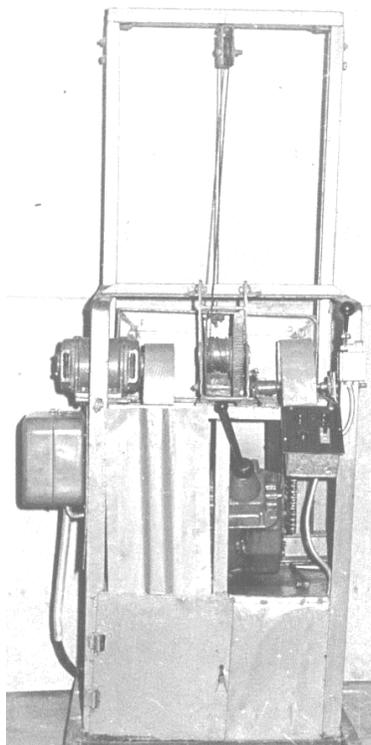


Рисунок 2 – Общий вид подъемника

Цель работы – изучение конструкции и работы подъемника с комбинированным приводом, освоение методики расчета основных его параметров, проведение экспериментальной проверки некоторых результатов расчетов и их математической обработки.

Основные положения

Подъемником принято называть грузоподъемное устройство, у которого подъемный груз располагается на платформе каретки, причем она движется вверх по направляющим, установленным на всю высоту подъема вертикально или крутонаклонно. Подъемники широко применяются в строительстве, на ремонтных заводах, складах, в мастерских и т. д.

Привод подъемника может быть ручным и машинным. Лабораторный подъемник специально спроектирован и изготовлен для учебно-исследовательских целей с комбинированным приводом, т. е. имеется ручной привод и многоскоростной – электрический.

Установка специальным кабелем включена в электрическую сеть лаборатории. Для управления электроприводом имеются пульт и контроллер.

Необходимое оборудование

1. Подъемник с комбинированным приводом.
2. Приводная рукоятка.
3. Штангенциркуль.
4. Рулетка.
5. Измерительная линейка.
6. Тахометр.
7. Секундомер.

Основные правила техники безопасности

1. Все измерения и подсчет числа зубьев звездочек и колес должны производиться при снятом напряжении (контрольная лампа на щитке не горит).
2. При подсчете числа зубьев колес и звездочек можно приводить механизмы подъемника в движение только рукояткой, обязательно предупредив об этом всех членов звена.
3. Электрический привод установки включается только по разрешению преподавателя.
4. Перед включением электродвигателя подъемника убедиться в полной безопасности находящихся поблизости студентов и предупредить членов звена словами: «Внимание, включаю».
5. Все студенты, выполняющие работу, должны стоять на диэлектрических ковриках.
6. Нельзя вставать кому-либо на стол грузовой каретки и испытывать подъемник с нагрузкой, т.к. это может вызвать несчастный случай.
7. Собачка храпового механизма грузопорного тормоза должна быть всегда в зацеплении с храповиком.
8. Если во время работы электрического привода подъемника откажет пусковая аппаратура или произойдет замыкание электропроводника, немедленно выключить главный рубильник на распределительном щите, который расположен рядом с установкой.
9. После окончания работы привести рабочее место в порядок, восстановить в первоначальное положение оборудование, приборы, инструмент.

1. Ручной привод

1. Начертить кинематическую схему подъемника с ручным приводом по окончании расчётов.
2. Сделать измерения:
 - 2.1. Диаметр барабана (измерить штангенциркулем);
 - 2.2. Подсчитать число зубьев колес механизма, привода лебедки;
 - 2.3. Плечо рукоятки;
 - 2.4. Средний диаметр храповика – $0,5(d_n + d_{вн})$.

3. Выполнить расчеты:

3.1. Определить передаточное число механизма привода лебедки:

$$U_l = \frac{z_4}{z_3}, \quad (1)$$

где $z_3 = 15$, $z_4 = 90$.

3.2. Определить усилие, которое должен приложить рабочий к рукоятке для подъема заданного груза, H :

$$F_p = \frac{Q \cdot g \cdot D_6}{2 \cdot l_p \cdot \eta_l \cdot \eta_k \cdot U_l}, \quad (2)$$

где Q – грузоподъемность, кг;

D_6 – диаметр барабана, м;

l_p – плечо рукоятки, м;

η_l, η_k – соответственно КПД лебедки и грузовой каретки.

3.3. Вычислить частоту вращения приводной рукоятки (по заданной скорости руки рабочего и плечу рукоятки), мин^{-1} :

$$n_p = \frac{30 \cdot v_p}{\pi \cdot l_p}, \quad (3)$$

где v_p – окружная скорость приводной рукоятки, м/с.

3.4. Рассчитать скорость подъема груза, м/с:

$$v_{ep} = \frac{\pi \cdot D_6 \cdot n_p}{60 \cdot U_l}. \quad (4)$$

3.5. Экспериментально проверить скорость подъема груза и сравнить результаты опыта с расчетными данными.

Экспериментальную проверку скорости подъема груза сделать из тех соображений, что скорость – это путь, проходимый телом за единицу времени, и этот путь пропорционален частоте вращения входного звена механизма.

Следовательно, если расчетная скорость $v = 1,4$ м/мин и приводная рукоятка вращается с частотой 30 об/мин, то для проверки нужно заметить положение грузовой каретки и сделать рукояткой (безразлично, с какой частотой) 30 оборотов, и грузовая каретка должна подняться на 1,4 м.

Поскольку ход грузовой каретки подъемника небольшой, то возьмем продолжительность опыта 0,25 мин (15 с); найти, сколько оборотов сделает рукоятка за это время. Затем поставить грузовую каретку в положение, когда стрелка ее будет находиться против нижней красной метки шкалы рамы подъемника, повернуть приводную рукоятку 30 раз и измерить расстояния от нижней красной метки до стрелки каретки подъемника. Разделив это расстояние в метрах на время (15 с), получим опытное значение скорости подъема груза. Если измерения и расчеты были выполнены правильно, то

расчетное и опытное значения скорости подъема груза должны совпасть. Расхождения (а они всегда будут) следует объяснить (указать вероятные причины).

Опыт повторить три раза, найти среднее значение скорости подъема груза и сделать выводы.

3.6. Определить тормозной момент и привести его к валу тормоза, $H \cdot м$:

$$M_m = \frac{Q \cdot g \cdot D_{\delta} \cdot \eta_l}{2 \cdot U_l} \quad (5)$$

3.7. Начертить схему храпового останова тормоза и определить окружное усилие, действующее на собачку, H :

$$F_c = \frac{2 \cdot M_m}{D_c}, \quad (6)$$

где D_c – средний диаметр храповика, $м$.

2. Электрический привод

1. Начертить кинематическую схему подъемника с электрическим приводом по окончании расчётов.

2. Сделать измерения:

2.1. Подсчитать число зубьев звездочек цепной, диаметр шкивов, ременной передач.

2.2. Определить передаточное число редуктора упрощенным методом (п.ч. редуктора – это число оборотов входного вала за один оборот выходного вала на заданной ступени).

3. Выполнить расчеты

1. Найти общее передаточное число механизма привода подъемника:

$$U_m = \frac{d_2 \cdot z_2}{d_1 \cdot z_1} \cdot U_p \cdot U_l, \quad (7)$$

где U_l – передаточное отношение лебёдки;

U_p – передаточное отношение редуктора;

d_1 и d_2 – соответственно диаметры ведущего и ведомого шкивов, $м$.

2. Определить крутящий момент электродвигателя, $Н \cdot м$:

$$M_{\delta\epsilon} = 9550 \frac{P}{n}, \quad (8)$$

где P – заданная мощность электродвигателя, $кВт$;

n – частота вращения ротора электродвигателя, $мин^{-1}$.

3. Рассчитать крутящий момент на валу грузового барабана (привести момент двигателя к валу барабана с учетом потерь), $Н \cdot м$:

$$M_{\delta} = M_{\delta\epsilon} \cdot U_m \cdot \eta_m \cdot \eta_l. \quad (9)$$

4. Определить грузоподъемность подъемника, кг :

$$Q = \frac{2M_{\delta} \cdot \eta_k}{g \cdot D_{\delta}} . \quad (10)$$

5. Рассчитать скорость подъема грузовой каретки, м/с:

$$v_{zp} = \frac{\pi \cdot D_{\delta} \cdot n}{60 \cdot U_m} . \quad (11)$$

6. Полученное значение скорости подъема грузовой каретки проверить экспериментально. Для этого нужно включить установку в сеть, опустить грузовую каретку в крайнее нижнее положение. Подъемник включается на подъем, и как только стрелка грузовой каретки подойдет к нижней красной метке на шкале, включается секундомер и выключается, когда стрелка грузовой каретки подойдет к верхней красной метке на шкале. В тот же момент, т.е. когда стрелка грузовой каретки подойдет к верхней красной черте на шкале подъемника, выключается электродвигатель. Измерить расстояние между метками и результат записать в тетрадь. Также записать время движения (по секундам). Опыт повторить трехкратно, после чего результаты обработать.

Контрольные вопросы

1. Как определить передаточное отношение ременной и цепной передачи, редуктора?
2. Какое усилие должно быть на приводной рукоятке согласно рекомендациям Ростехнадзора?
3. Какой тип тормоза имеется на установке?
4. Почему тормоз устанавливается на быстроходном валу механизма привода?
5. Как определить экспериментально скорость подъема груза?

РАБОТА №3

МОСТОВОЙ (КОЗЛОВОЙ) ОДНОБАЛОЧНЫЙ КРАН

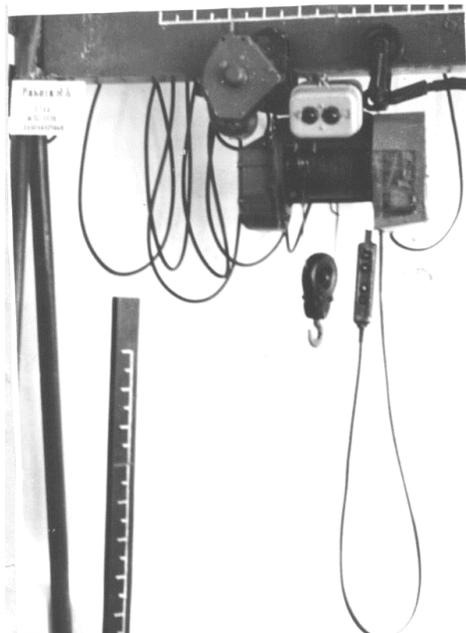


Рисунок 3 – Общий вид крана

Цель работы – изучить конструкцию мостового (козлового) однобалочного крана с самоходной электрической талью, а также освоить методику расчета основных параметров механизма подъема груза, механизма передвижения и остова крана. Задачей работы также является экспериментальная проверка некоторых полученных расчетом параметров и обработка результатов экспериментов.

Общие положения

Мостовые (козловые) краны обеспечивают подъем и транспортировку грузов в пределах площади, ограниченной протяженностью подкрановых путей и пролетом моста.

Установка представляет собой монорельс с электрической самоходной талью, укрепленной на двух упорах – козлах, которые, однако, не имеют механизма передвижения. Следовательно, если оборудовать установку концевыми балками с механизмом передвижения и ходовыми колесами, опирающимися на подкрановые пути, укрепленными к строительным конструкциям, то она будет представлять собой однобалочный мостовой кран с электрическим приводом (кран-балку). Если же козлы будут опираться на напольные рельсы и кран будет иметь механизм передвижения, то такой кран будет козловым.

Мостовые и козловые краны широко применяются для механизации погрузочно-разгрузочных работ в ремонтных мастерских, на погрузочно-разгрузочных площадках, складах предприятий системы Госагропрома.

Необходимое оборудование

1. Мостовой (козловой) кран с самоходной электрической талью.
2. Разрез самоходной электрической тали.
3. Груз.
4. Измерительный инструмент (штангенциркуль, рулетка, измерительная штанга).
5. Секундомер.

Основные правила техники безопасности

1. Все измерения и подсчет зубьев колес должны производиться при отключении установки от электрической сети (красная лампа на щитке не горит).
2. Электрический привод установки включается только по разрешению преподавателя.
3. Перед включением механизмов убедиться в полной безопасности находящихся поблизости людей и предупредить всех членов звена словами: «Внимание, включаю».
4. Механизм передвижения тали не оборудован конечными выключателями, поэтому нужно соответствующую кнопку пульта управления опускать, как только стрелка тали подойдет к красной линии шкалы балки моста.
5. При работе тали нельзя стоять под мостом, все члены звена должны находиться вне опорного контура крана.
6. Если во время работы тали откажет пускорегулирующая аппаратура и механизмы будут неуправляемы пультом, то в этом случае нужно немедленно выключить вилку штепсельного соединения или рубильник на основном щите электрооборудования лаборатории.
7. После окончания экспериментальной части (опытов) установку обесточить, а после окончания работы привести рабочее место в первоначальное положение.

Порядок выполнения работы

I. Механизм подъема груза

1. Изучить устройство крана и действие механизмов тали. Для этого использовать действующую установку и разрез тали самоходной.
2. Начертить кинематическую схему механизма подъема груза тали самоходной по окончании расчетов.
3. Измерить диаметр барабана (лентой измерить длину окружности барабана и вычислить его диаметр).
4. Выписать исходные данные для выполнения работы.
5. Рассчитать механизм подъема груза и сделать экспериментальную проверку скорости подъема.
- 5.1. Определить общее передаточное число механизма.

$$U_{\text{м}} = \frac{z_2 \cdot z_4}{z_1 \cdot z_3}, \quad (1)$$

где $z_1 = 13$, $z_2 = 98$, $z_3 = 12$, $z_4 = 71$ – число зубьев шестерен редуктора.

5.2. Найти угловую скорость барабана по частоте вращения ротора электродвигателя ($n = 1300 \text{ мин}^{-1}$) и п.ч. редуктора, c^{-1} :

$$\omega_{\bar{o}} = \frac{\pi \cdot n}{30 \cdot U_m} . \quad (2)$$

5.3. Вычислить скорость подъема груза, m/c :

$$v_{zp} = \frac{\omega_{\bar{o}} \cdot D_{\bar{o}}}{2 \cdot U_n} , \quad (3)$$

где U_n – кратность полиспаста.

5.4. Полученное значение скорости подъема груза проверить экспериментально. Для этого нужно включить установку в сеть, опустить крюковую подвеску вниз и крюк ввести в рым-болт груза. Установить против стрелки груза измерительную штангу. Один студент управляет талью, а второй – секундомером. Таль включают на подъем груза, и как только стрелка груза подойдет к нижней красной метке на штанге, включают секундомер и выключают, когда стрелка груза подойдет к верхней красной метке на штанге. После этого таль выключают, измеряют расстояние между метками и записывают в рабочую тетрадь. Также записывают время. Опыт повторяют троекратно, после чего результаты обрабатывают. Полученное среднее значение скорости подъема груза сравнить с расчетной и сделать соответствующие выводы.

2. Механизм передвижения тали

1. Начертить кинематическую схему механизма передвижения тали.

2. Сделать измерения:

2.1. Измерить диаметр ведущего катка механизма. Так как доступ к катку затруднен, то его диаметр можно определить по длине окружности, которая равна пути перемещения тали за один оборот катка. Для этого нужно поставить таль в такое положение, при котором стрелка тали была бы против линии на шкале балки моста, сделать метки на зубе колеса, затем прокатить таль на такое расстояние, чтобы колесо сделало один оборот. Расстояние, на которое переместится таль, и будет длиной окружности ведущего катка. После этого легко определить его диаметр.

3. Рассчитать параметры механизма передвижения.

3.1. Определить передаточное число редуктора:

$$U_p = z_2' / z_1' , \quad (4)$$

где z_1' , z_2' – число зубьев редуктора ($z_1' = 13$, $z_2' = 116$).

3.2. Вычислить скорость передвижения тали, m/c :

$$v_T = \frac{\pi \cdot D_{\text{кк}} \cdot n}{60 \cdot U_p} , \quad (5)$$

где $D_{\text{хк}}$ – диаметр приводного катка механизма передвижения тали, m ;
 n – частота вращения ротора электродвигателя, мин^{-1} .

3.3. Экспериментально определить скорость передвижения тали. Для этого нужно знать время, за которое таль пройдет расстояние от одной метки на балке моста до другой.

Зная расстояние между метками и время прохождения его талью, определить скорость передвижения. Полученное значение скорости передвижения тали сравнить с расчетной и сделать соответствующие выводы.

3.4. Определить мощность двигателя (Вт) для передвижения тали, сравнить с данными технической характеристики и сделать соответствующие выводы.

$$P = \frac{g \cdot (m + m_T) \cdot w \cdot v_T}{\eta_M}, \quad (6)$$

где m , m_T – масса груза и тали, $кг$;

w – приведённый коэффициент сопротивления передвижению тали.

3. Мост крана

1. Начертить расчетную схему моста.
2. Пролёт моста дан в исходных данных.
3. Рассчитать:
 - 3.1. Изгибающий момент, $H \cdot м$:

$$M_u = \frac{K(m + m_T) \cdot g \cdot L}{4}, \quad (7)$$

где K – коэффициент запаса, учитывающий динамические и другие неучтённые нагрузки;

L – пролет моста, $м$.

- 3.2. Определить момент сопротивления сечения балки, $см^3$:

$$W_x = \frac{M_u}{[\sigma]_u}. \quad (8)$$

4. Выбрать номер двутавра по найденному моменту сопротивления (приложение А). Сравнить результаты расчетов профиля двутавра с принятым в установке и сделать соответствующие выводы.

Контрольные вопросы

1. Как определить косвенным путем диаметр барабана?
2. Какие тормоза имеются в электротали?
3. Для чего служат полиспасты и какие их виды различают?
4. Как определить номер профиля балки мостового крана?
5. Как устроен механизм передвижения тали? Как определить диаметр приводного катка?

РАБОТА №4
МЕХАНИЗМ ПОДЪЕМА ГРУЗА
С ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ

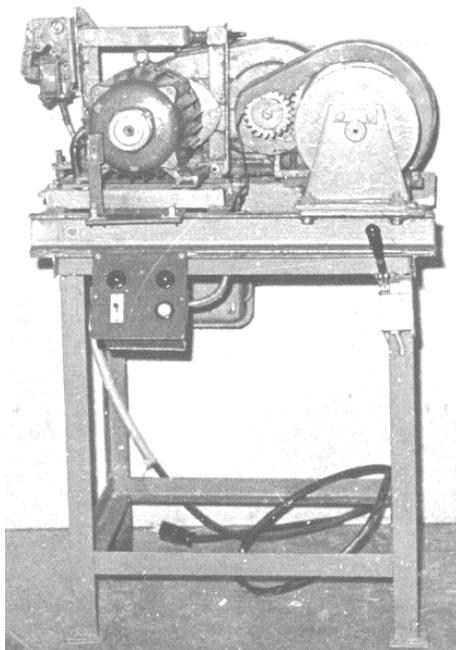


Рисунок 4 – Общий вид механизма подъема груза.

Цель работы – изучить конструкцию механизма подъема груза с электрическим приводом или механизма изменения вылета стрелы (механизм подъема груза и механизм изменения вылета стрелы идентичны), освоить методику выбора электродвигателя по заданной грузоподъемности и проверки его на перегрузку с учетом динамических нагрузок.

Основные положения

Лабораторная установка для выполнения работы представляет механизм подъема (или механизм изменения вылета стрелы) с электрическим приводом. Механизм выполнен по наиболее часто применяемой схеме: электродвигатель, соединительная муфта с тормозом, редуктор, открытая пара зубчатых колес, барабан и полиспаст с крюковой подвеской.

Тормоз колодочный постоянно замкнутого типа, с управлением короткоходовым электромагнитом однофазного переменного тока.

Установка включена в электрическую сеть лаборатории, а для управления установкой имеются пульт и контроллер.

Необходимое оборудование

1. Механизм подъема груза (изменения вылета стрелы) с электрическим приводом, пультом управления и контроллером.
2. Измерительный инструмент (штангенциркуль, рулетка, измерительная линейка).
3. Тахометр.
4. Секундомер.

Правила техники безопасности

1. Все измерения и подсчеты числа зубьев колес должны производиться при снятом напряжении (на щитке контрольная лампа не горит).
2. Электрический привод установки включать только по разрешению преподавателя.
3. Перед включением электродвигателя или тормоза убедиться в полной безопасности находящихся поблизости людей, предупредить членов звена словами: «Внимание, включаю».
4. Если во время работы механизма откажет пускорегулирующая аппаратура или произойдет замыкание электропроводки, тогда немедленно выключить главный рубильник на распределительном щите лаборатории, который расположен рядом с установкой.
5. Студенты, выполняющие измерения или наблюдающие работу установки, должны стоять на диэлектрических ковриках.
6. После окончания экспериментальной части работы установку обесточить.

Порядок выполнения работы

1. Изучить устройство лабораторной установки, обратив внимание на сборочные единицы и их компоновку.
2. Начертить в конспекте по практическим занятиям кинематическую схему установки по окончании расчётов.
3. Выписать исходные данные, полученные для выполнения работы.
4. Выполнить расчеты некоторых параметров механизма подъема и сделать экспериментальную проверку некоторых результатов их в следующем порядке:
 - 4.1. Сделать измерения:
 - число зубьев колес редуктора подсчитать нельзя, т.к. редуктор закрыт, поэтому следует воспользоваться литературными данными. Для редуктора РМ-250 быстходная ступень $z_1 = 13$, $z_2 = 86$; тихоходная ступень $z_3 = 14$, $z_4 = 85$;
 - число зубьев колес открытой пары $z_5 = 20$, $z_6 = 60$;
 - диаметр барабана D_6 (измерить длину окружности его рулеткой, а затем вычислить диаметр).

4.2. Определить максимальное и разрывное натяжение каната (H) и выбрать его по ГОСТ (приложение Б).

$$F_{\max} = \frac{Q \cdot g}{U_n \cdot \eta_n}, \quad (1)$$

где Q – грузоподъемность, кг;

U_n – кратность полиспаста;

η_n – КПД полиспаста.

$$F_P \geq K \cdot F_{\max}, \quad (2)$$

где K – коэффициент запаса прочности каната.

4.3. Рассчитать общее передаточное число механизма привода:

$$U_M = \frac{z_2 \cdot z_4 \cdot z_6}{z_1 \cdot z_3 \cdot z_5}. \quad (3)$$

4.4. Измерить частоту вращения ротора электродвигателя.

Для этого, соблюдая все правила техники безопасности, включить электродвигатель и тахометром измерить частоту вращения его ротора.

4.5. Определить частоту вращения грузового барабана механизма подъема, мин^{-1} :

$$n_{\delta} = \frac{n}{U_M}, \quad (4)$$

где n – частота вращения ротора двигателя установки, мин^{-1} .

Затем сделать экспериментальную проверку. Для этого нужно нанести мелом метки на фланце барабана и его опоре, включить электродвигатель и секундомером определить время одного оборота барабана (при совпадении меток на фланце барабана и его опоре секундомер включить и при повторном совпадении меток выключить). Сравнить полученный результат с расчетом и сделать соответствующие выводы.

5. Выбрать электродвигатель по заданной грузоподъемности и проверить его на перегрузку.

Имеющийся в установке электродвигатель может не соответствовать заданной грузоподъемности, поэтому мы его использовали только для определения кинематических параметров. Для расчета динамических параметров нужно двигатель подобрать, а затем проверить его на перегрузку. Для этого нужно:

5.1. Определить статический момент на барабане механизма подъема, $H \cdot м$:

$$M_{ст} = \frac{F_{\max} \cdot D_{\delta}}{2U_M \cdot \eta_M}, \quad (5)$$

где η_M – КПД механизма привода.

5.2. По статическому моменту на вале двигателя и частоте вращения ротора (принять частоту вращения ротора установленного двигателя) опре-

делить статическую мощность и по каталогу (см. приложение В) выбрать электродвигатель, выписать его обороты и момент инерции ротора.

$$P_{cm} = \frac{M_{cm} \cdot n}{9550}. \quad (6)$$

5.3. Вычислить скорость подъема груза, m/c :

$$v_{zp} = \frac{\pi \cdot D_{\delta} \cdot n'}{60 \cdot U_M \cdot U_n}, \quad (7)$$

где n' – частота вращения вала электродвигателя, выбранного по каталогу.

5.4. Найти момент инерции от вращающихся масс двигателя и механизма привода, $H \cdot m$:

$$M'_{ин} = \frac{\delta \cdot J \cdot n'}{9,55 \cdot t_n}, \quad (8)$$

где δ – коэффициент, учитывающий влияние маховых масс второго и последующих валов привода;

J – момент инерции ротора (маховый момент) электродвигателя, $кг \cdot м^2$;

t_n – время пуска, c .

5.5. Определить момент инерции от поступательно движущихся масс и привести его к валу двигателя, $H \cdot m$:

$$M'_{ин} = \frac{Q \cdot D_{\delta}^2 \cdot n'}{38,2 \cdot U_M^2 \cdot U_n^2 \cdot t_n \cdot \eta_M \cdot \eta_n}. \quad (9)$$

5.6. Определить пусковой момент

$$M_n = M_{cm} + M'_{ин} + M''_{ин}. \quad (10)$$

5.7. Вычислить коэффициент перегрузки двигателя, сравнить с допустимым значением его для выбранного двигателя и сделать соответствующие выводы.

$$k = \frac{M_n}{M_n} \leq [k], \quad (11)$$

где $[k] = 1,8..3,2$ – коэффициент перегрузки двигателя;

$M_n = 9550 \frac{P}{n}$ – номинальный момент электродвигателя, $H \cdot m$,

где P – мощность двигателя, кВт.

6. Частичный расчет тормоза.

6.1. Изучить тормоз, начертив его схему, и определить, к какой группе он относится.

6.2. Измерить диаметр тормозного шкива и плечи рычагов привода колодки.

6.3. Рассчитать статический тормозной момент, $H \cdot m$:

$$M_T^{CT} = \frac{F_{\max} \cdot D_{\delta} \cdot \eta_M}{2 \cdot U_M}. \quad (12)$$

6.4. Рассчитать тормозной момент, который должен обеспечивать тормоз с учётом режима работы.

$$M_T = K_1 \cdot M_T^{CT}, \quad (13)$$

где K_1 – коэффициент запаса тормозного момента.

6.5. Рассчитать замыкающее усилие на конце рычага, H :

$$F_0 = \frac{M_T \cdot l}{f \cdot D_{ш} \cdot L \cdot \eta_p}, \quad (14)$$

где l, L – плечо рычага привода колодки тормоза – соответственно малого (между осями рычага и шарнира колодки) и большого (между осью рычага и точкой усилия, приложенного к рычагу замыкающей тормоз пружины), m ;

$D_{ш}$ – диаметр тормозного шкива, m ;

η_p – КПД рычажной системы тормоза;

f – коэффициент трения.

6.6. Определить усилие замыкающей тормоз пружины:

$$F_{np} = F_0 + F_e, \quad (15)$$

где $F_e = 50 H$ – усилие вспомогательной пружины.

Контрольные вопросы

1. Как рассчитывают и подбирают по ГОСТам стальные канаты?
2. Как определяют пусковой и тормозной моменты механизма подъема?
3. Что такое коэффициент перегрузки электродвигателя в пусковой период?
4. Какие электродвигатели применяют в грузоподъемных машинах?
5. Что такое кратность полиспаста и его КПД?

РАБОТА №5

СТРЕЛОВОЙ МЕХАНИЗМ ПОДЪЕМА ГРУЗА С ГИДРАВЛИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ

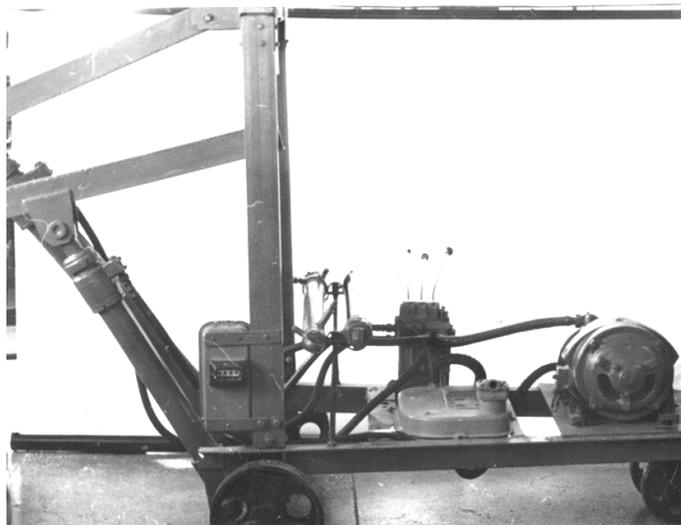


Рисунок 5 – Общий вид механизма подъема груза

Цель работы – изучить конструкцию стрелового механизма подъема груза с гидравлическим приводом; изучить устройство объемного гидропривода и его работу, а также его преимущества и недостатки по сравнению с канатным механизмом подъема груза с механическим приводом; освоить методику расчета основных параметров объемного гидропривода.

Основные положения

В настоящее время в ПТМ широко используется гидропривод, то есть такой привод, когда передача энергии от источника к исполнительному механизму осуществляется потоком жидкости.

В ПТМ применяют гидростатические и гидродинамические приводы. Чаще всего применяется гидростатический или объемный гидропривод, у которого передача энергии осуществляется потоком жидкости, движущейся по замкнутой системе с определенным напором (давлением).

Лабораторная установка для выполнения настоящей работы представляет собой макет стрелового крана с объемным гидравлическим приводом, причем все элементы гидропривода (насос, распределитель, гидроцилиндр, соединительные рукава) натуральные, взятые от тех или других ПТМ с гидроприводом, а остов и стрела макетированы.

Установка позволяет наглядно изучить устройство и работу стрелового крана, а также иллюстрирует преимущества гидропривода перед барабанно-канатным механизмом подъема груза.

Необходимое оборудование

1. Макет стрелового механизма подъема груза с гидравлическим приводом.
2. Дополнительный гидроцилиндр (разрез).
3. Измерительный инструмент (штангенциркуль, рулетка, и др.).

Основные правила техники безопасности

1. Все измерения производить при опущенной стреле.
2. При подъеме стрелы соблюдать осторожность, рычаг распределителя поставить в плавающее положение.
3. Не нагружать стрелу какими-либо нагрузками.
4. После окончания работы установку привести в первоначальное положение.

Порядок выполнения работы

1. Изучить устройство стрелового крана с гидравлическим приводом. Основное внимание обратить на преимущество гидропривода по сравнению с другими приводами.

2. Выписать исходные данные, полученные для выполнения работы.

3. Выполнить расчет основных параметров.

3.1. Начертить расчетную схему механизма подъема.

3.2. Измерить плечи стрелы (с учетом общей длины ее) и необходимые углы (измерение углов сделать по законам тригонометрии).

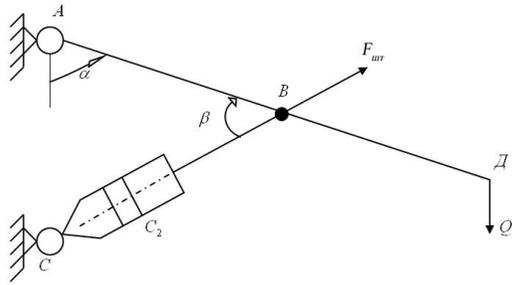


Рисунок 6 – План положения механизма

3.3. Зная давление жидкости в гидросистеме, определить усилие на штоке гидроцилиндра с учетом потерь, H :

$$F_{ум} = \frac{\rho \cdot \pi \cdot D^2 \cdot \eta_m}{4}, \quad (1)$$

где D – диаметр гидроцилиндра, m ;

ρ – давление в гидросистеме, Pa ;

η_m – КПД гидроцилиндра механический.

3.4. На расчетной схеме механизма подъема приложить все действующие нагрузки и, пользуясь законами механики, составить уравнение равновесия стрелы, а затем определить грузоподъемность крана (с учетом потерь), kg :

$$Q = \frac{F_{ум} \cdot l_{AB} \cdot \sin \beta \cdot \eta_c}{g \cdot l_{AD} \cdot \sin \alpha}, \quad (2)$$

где η_c – КПД стрелы.

3.5. Определить угловую скорость стрелы (по заданной скорости подъема груза и длине стрелы), c^{-1} :

$$\omega = \frac{v_D}{60 \cdot l_{AD}}. \quad (3)$$

3.6. Найти скорость точки B , т.е. шарнира шток-стрела (по известной угловой скорости стрелы и длине плеча AB), m/c :

$$v_B = \omega \cdot l_{AB}. \quad (4)$$

3.7. Определить скорость штока гидроцилиндра (построить план положения механизма, составить векторные уравнения и построить план скоростей).

$$\overline{V_{c_2}} = \overline{V_B} + \overline{V_{C_2B}}; \overline{V_{C_2B}} \perp \overline{CB}; \overline{V_{C_2}} \parallel \overline{C_2C}. \quad (5)$$

3.8. Вычислить подачу насоса и выбрать соответствующий насос (приложение Г).

$$\Pi = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot v_{C_2}}{4\eta_{об}}, \quad (6)$$

где $\eta_{об}$ – объёмный КПД цилиндра.

3.9. Рассчитать мощность для привода насоса, Bm :

$$P = \frac{p \cdot \Pi}{\eta_n}, \quad (7)$$

где η_n – полный КПД гидропривода; p – давление в гидросистеме, $Па$; Π – подача насоса, m^3/c .

3.10. По формуле Ляме вычислить толщину стенки цилиндра и сравнить расчетные данные с действительными:

$$\delta = \frac{D}{2} \left(\sqrt{\frac{[\sigma]_p + p(1-2\mu)}{[\sigma]_p - p(1+2\mu)}} - 1 \right), \quad (8)$$

где $[\sigma]_p$ – допускаемое напряжение на разрыв, $МПа$;

μ – коэффициент Пуассона ($\mu = 0,3$).

4. Начертить условную гидравлическую схему установки.

Контрольные вопросы

1. Из каких элементов состоит гидропривод?
2. Какие исходные данные необходимы для проектирования гидропривода?
3. Как выбрать необходимый насос?
4. Как определить скорость движения штока гидроцилиндра, если известна скорость подъема груза?
5. Как определить величину хода штока гидроцилиндра?

РАБОТА №6
ПОГРУЗЧИК С ОБРАТНЫМ (СКОРОСТНЫМ)
ПОЛИСПАСТОМ И ГИДРАВЛИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ

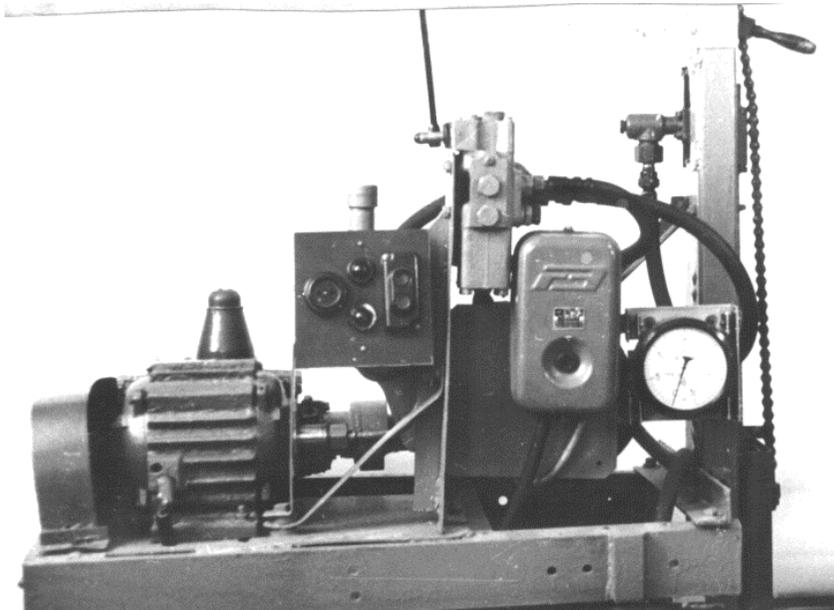


Рисунок 7 – Общий вид погрузчика

Цель работы – изучить конструкцию мобильного погрузчика с гидро-электрическим приводом и скоростным полиспастом; изучить устройство и рабочий процесс аксиально-поршневого насоса гидросистемы, освоить методику расчета некоторых параметров погрузчика и аксиально-поршневого насоса.

Общие положения

В сельскохозяйственном производстве применяются автопогрузчики с гидравлическим приводом и скоростным полиспастом.

Лабораторная установка для выполнения настоящей работы представляет собой макет автопогрузчика с обратным полиспастом и гидравлическим приводом. Поскольку насос гидросистемы погрузчика приводится в движение электродвигателем, то можно считать установку макетом электропогрузчика, с той лишь разницей, что у электропогрузчиков питание электродвигателя осуществляется, как правило, от аккумуляторной батареи.

Установка позволяет изучить устройство авто- и электропогрузчика, наглядно показывает преимущества гидропривода, дает возможность изучить конструкцию и рабочий процесс аксиально-поршневого насоса, а также один

из вариантов наиболее типичного привода (мультиплицирующая цепная передача, цилиндрический соосный редуктор и соединительная муфта).

Необходимое оборудование

1. Макет авто-, электропогрузчика с обратным (скоростным) полиспастом и гидравлическим приводом.
2. Разрез аксиально-поршневого насоса НПА-64.
3. Измерительный инструмент (линейка, рулетка, штангенциркуль, тахометр часового типа).

Основные правила техники безопасности

1. Все измерения и подсчет зубьев нужно производить осторожно. Особенно внимательным надо быть при измерении хода штока гидроцилиндра и грузовой каретки погрузчика. Эти измерения должны производить трое: один поднимает за рукоятку шток, второй – грузовую каретку, а третий фиксирует положение стрелок на шкале.
2. Поднимать и опускать шток и грузовую каретку следует синхронно, в противном случае цепью можно травмировать кисти рук.
3. После окончания работы привести рабочее место в первоначальное положение.

Порядок выполнения работы

1. Изучить конструкцию лабораторной установки, имитирующую авто-, электропогрузчик с электрогидравлическим приводом.
2. Рассчитать грузоподъемник.
 - 2.1. Определить усилие на штоке гидроцилиндра с учетом потерь, H :

$$F_{um} = \frac{p \cdot \pi \cdot D^2 \cdot \eta_M}{4}, \quad (1)$$

где p – давление в гидросистеме, Па;

D – диаметр гидроцилиндра, м;

η_M – механический КПД гидроцилиндра.

2.2. Найти грузоподъемность погрузчика. Кратность полиспаста определить самостоятельно. Для этого стрелки штока и каретки установить против меток на шкалах грузоподъемника. Затем за рукоятку осторожно поднять шток сантиметров на 30-40 (при подъеме штока нельзя стоять близко к каретке, т. к. она быстро пойдет вверх и может нанести травму) и сделать мелом метки против стрелок. Далее каретку опустить и замерить ход штока, расстояние между метками на левой стороне стойки и путь каретки к ходу штока и будет кратностью полиспаста.

$$Q = \frac{F_{um} \cdot \eta_n}{g \cdot U_n}, \quad (2)$$

где η_n – КПД полиспаста;

U_n – кратность полиспаста.

3. Расчет механизма привода насоса.

3.1. Сделать измерения: подсчитать число зубцов звездочек цепной передачи и определить её передаточное число.

3.2. Определить передаточное число редуктора.

3.3. Найти общее передаточное число механизма привода насоса.

3.4. Вычислить частоту вращения вала насоса.

4. Расчет производительности (подачи) насоса НПА-64.

Прежде чем приступить к выполнению расчетов, необходимо изучить конструкцию насоса и его рабочий процесс по литературным источникам и разрезу. Расчеты выполнять в следующем порядке:

4.1. Начертить кинематическую схему насоса и дать сечение блока цилиндров его.

4.2. Сделать измерения – диаметр поршня, число поршней (подсчитать), диаметр блока цилиндров.

Расчётный диаметр блока цилиндров определяется по наружному диаметру блока: $D_{\text{бл}} = D_n - 2\delta - d$.

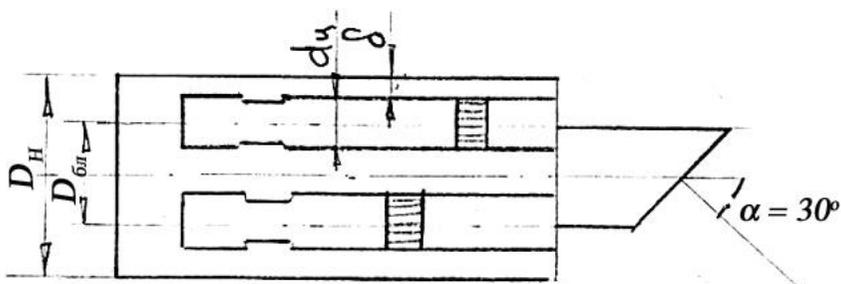
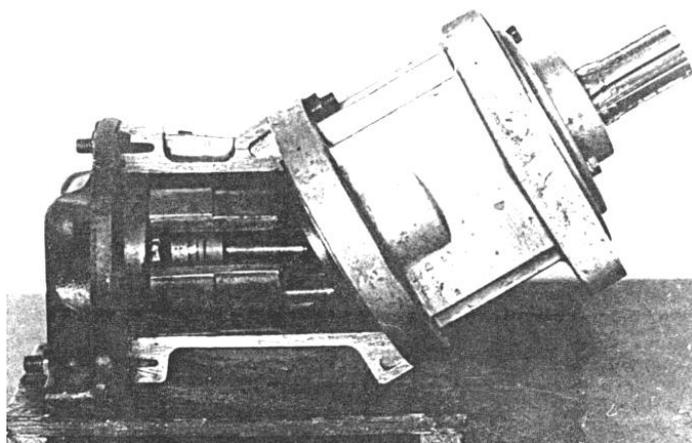


Рисунок 8 – Схема к расчету диаметра блока цилиндров

4.3. Рассчитать производительность насоса, $м^3 / мин$:

$$\Pi = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot z \cdot n_n \cdot D_{\text{бл}} \cdot \text{tg} \alpha \cdot \eta_{\text{об}}}{4}, \quad (3)$$

где d – диаметр поршня, $м$;

z – число поршней;

n_n – частота вращения блока цилиндров, $мин^{-1}$, ($n_{\text{дв}}/U_M$);

$D_{\text{бл}}$ – расчётный диаметр блока цилиндров, $м$;

α – угол между осью блока цилиндров и приводным валом, $град$;

$\eta_{\text{об}}$ – объёмный КПД насоса.

5. Расчет скорости подъема груза:

5.1. Определить скорость движения штока гидроцилиндра, $м / мин$:

$$v_{\text{шт}} = \frac{4 \cdot \Pi \cdot \eta_{\text{об}}}{\pi \cdot D^2}. \quad (4)$$

5.2. Вычислить скорость подъема груза, $м / мин$:

$$v_{\text{гр}} = v_{\text{шт}} \cdot U_n. \quad (5)$$

6. Рассчитать мощность двигателя, необходимую для привода насоса, $Вт$:

$$P = \frac{p \cdot \Pi}{60 \cdot \eta_n}, \quad (6)$$

где η_n – полный КПД гидропривода;

p – давление в гидросистеме, $Па$.

7. Начертить условную гидравлическую схему по ГОСТ.

Контрольные вопросы

1. В чем отличие силового и скоростного полиспаста?
2. Как определить общее передаточное отношение механизма привода?
3. Как определить усилие на штоке гидроцилиндра, если известен его диаметр и давление масла?
4. Как экспериментально определить кратность полиспаста?
5. Что такое полный КПД механизма привода?

РАБОТА №7 ТРАНСПОРТЕР ЛЕНТОЧНЫЙ

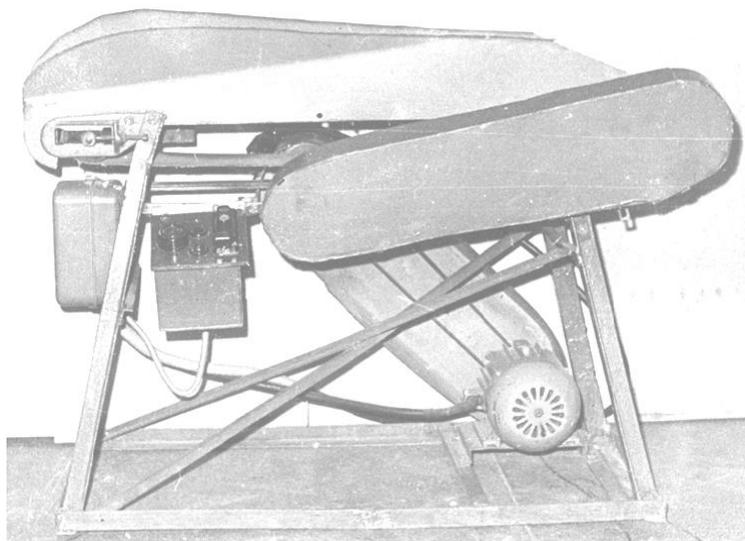


Рисунок 9 – Общий вид ленточного транспортера

Цель работы – изучить конструкцию стационарного ленточного транспортера с плоской лентой и винтовым натяжным устройством, изучить строение транспортной ленты с текстильным (бельтинговым каркасом), освоить методику расчета основных параметров ленточного транспортера и экспериментальной проверки некоторых результатов.

Общие положения

Транспортеры ленточные применяются в сельскохозяйственном производстве в виде самостоятельных устройств, т.е. как погрузочно-разгрузочные машины передвижного или стационарного использования, а также в виде узлов сложных сельскохозяйственных машин.

В настоящее время в подъемно-транспортной технике применяются транспортеры ленточные разнообразной конструкции: с плоской и желобчатой формой транспортирующей части ленты, горизонтальные и наклонные, прямолинейные и изогнутые в вертикальной плоскости и т.д.

Настоящая работа посвящена изучению конструкции и расчету стационарного ленточного транспортера и отдельных его элементов.

Установка для выполнения работы представляет собой макет ленточного транспортера с плоской лентой, опирающейся на настил остова. Такие транспортеры применяются тогда, когда простота конструкции предпочтительнее, чем экономия энергии (или когда ленточный транспортер используется для транспортировки штучных грузов). В установке применяется

ременная передача и винтовое натяжное устройство. Привод электрический, управление расположено на пульте установки.

Необходимое оборудование

1. Транспортёр ленточный с плоской лентой.
2. Образец прорезиненной ленты с бельтинговым каркасом.
3. Измерительный инструмент (штангенциркуль, рулетка и др.).

Основные правила техники безопасности

1. Все измерения производить в обесточенной установке (контрольная лампа на щитке не горит).
2. Студент, управляющий установкой, должен стоять на диэлектрическом коврикe.
3. Включать установку в работу после того, когда будут сделаны все необходимые измерения и предохранительные щитки приводных ремней будут поставлены на место.
4. Перед включением электродвигателя убедиться в полной безопасности других членов звена.
5. Если во время работы транспортёра откажет пусковая аппаратура или произойдет короткое замыкание электропроводки, немедленно обесточить установку выключением вилки штепсельного разъема (при выключении вилки нельзя брать за кабель).

Порядок выполнения работы

1. Изучить устройство ленточного транспортёра на действующей конструкции с плоской лентой, также изучить строение транспортёрной ленты по имеющемуся образцу (лента Б-820).
2. Начертить кинематическую схему транспортёра ленточного и измерить его длину, ширину и толщину ленты.
3. Выписать исходные данные, полученные для выполнения работы.
4. Рассчитать основные параметры:
 - 4.1. Определить передаточное число механизма привода и частоту вращения вала ведущего барабана. Для этого нужно начертить схему привода, измерить диаметр шкивов ременной передачи. Одновременно измерить диаметр ведущего барабана.

$$U_M = \frac{d_2 \cdot d_4}{d_1 \cdot d_3}, \quad (1)$$

$$n_{\bar{o}} = \frac{n_{\bar{o}}}{U_M}. \quad (2)$$

- 4.2. Найти скорость движения ленты, m/c :

$$v_l = \frac{\pi \cdot D_{\bar{o}} \cdot n_{\bar{o}}}{60}. \quad (3)$$

- 4.3. Экспериментально определить скорость движения ленты в следующем порядке: на кожухе транспортёра со стороны ленты мелом сделать

метку, включить транспортер в работу и по секундомеру определить время, в течение которого соединительный стык (окрашен красной краской) пройдет мимо метки 5 раз. Опыт повторить 3-5 раз. Обработать результаты опытов и сделать соответствующие выводы.

4.4. Рассчитать производительность транспортера, m^3/h :

$$Q = 576 \cdot B^2 \cdot v_n \cdot \operatorname{tg} \rho^l \cdot \gamma \cdot c, \quad (4)$$

где B – ширина ленты, m ;

ρ^l – угол естественного откоса материала в движении, $град$ (приложение Д), $\rho^l = 0.7\rho$;

γ – плотность материала, T/m^3 (приложение Д);

c – коэффициент, учитывающий уменьшение площади сечения груза в результате осыпания.

4.5. Определить линейную плотность (т.е. массу, приходящуюся на 1 м) транспортируемого материала (груза) и ленты транспортера, $кг/м$:

$$q_M = \frac{Q}{3,6 \cdot v_d}, \quad (5)$$

$$q_L = 1,12 \cdot B \cdot \delta, \quad (6)$$

где B – ширина ленты, m ;

δ – толщина ленты, $мм$.

4.6. Рассчитать натяжения ленты в точках транспортирующего органа методом «обхода по контуру». Для этого нужно начертить схему (контур) транспортирующего органа под заданным углом к горизонту и разбить его на прямолинейные и криволинейные участки, ленты с ведущего барабана (по ходу ленты) обозначают цифрами 1,2,3,4. Натяжение в первой точке неизвестно, а в последующих точках натяжение будет определяться суммой натяжения в предыдущей точке и сопротивления передвижению ленты на участке между двумя точками, H .

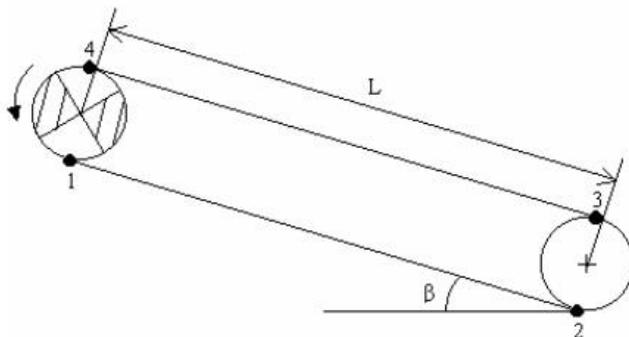


Рисунок 10 – Схема к тяговому расчету натяжений ленты

Соппротивление передвижению ленты определяется по формулам:

$$W_{1-2} = L \cdot q_{Л} \cdot (\cos \beta \cdot w - \sin \beta) \cdot g, \quad (7)$$

$$W_{3-4} = L \cdot (q_M + q_{Л}) \cdot (\cos \beta \cdot w + \sin \beta) \cdot g, \quad (8)$$

где L – длина транспортера, M ;

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения;

w – коэффициент сопротивления движению ленты по настилу.

Натяжение ленты определяется по формуле:

$$F_1 = \frac{\sum W}{e^{f\alpha} - 1}, \quad (9)$$

где $\sum W$ – алгебраическая сумма сопротивлений на прямолинейных участках транспортера;

$e = 2,71$ – основание натурального логарифма;

f – коэффициент трения ленты по барабану;

α – угол обхвата барабана лентой, *рад*.

$$F_2 = F_1 + W_{1-2}, \quad (10)$$

$$F_3 = \varepsilon \cdot F_2, \quad (11)$$

где ε – коэффициент, учитывающий сопротивление ведомого барабана.

$$F_4 = F_3 + W_{3-4}. \quad (12)$$

По результатам расчета натяжений построить график или эпюру натяжений.

4.7. Найти мощность на приводном барабане по натяжению в точках 4 и 1 с учетом затрат на деформацию ленты при отгибании ведущего барабана (0,03-0,05 от суммы натяжений в точках 4 и 1) и скорости ленты, *Вт*:

$$P_0 = [(F_4 - F_1) + 0,05 \cdot (F_4 + F_1)] \cdot v_{Л}. \quad (13)$$

4.8. Вычислить мощность двигателя для привода транспортера по известному значению мощности на ведущем барабане с учетом запаса и потерь в механизме привода.

$$P_{ДВ} = K \frac{P_0}{\eta_M}, \quad (14)$$

где $K = 1,15$ – коэффициент запаса мощности на неучтенные факторы;

η_M – КПД механизма привода.

4.9. Начертить схему натяжного устройства.

Контрольные вопросы

1. Как определить передаточное число механизма привода?
2. Какой метод применялся при тяговом расчете транспортера?
3. Как устроено натяжное устройство?
4. От чего зависит сопротивление передвижению ленты?
5. Как зависит мощность и производительность транспортера от скорости передвижения ленты?

РАБОТА №8 ТРАНСПОРТЕР СКРЕБКОВЫЙ

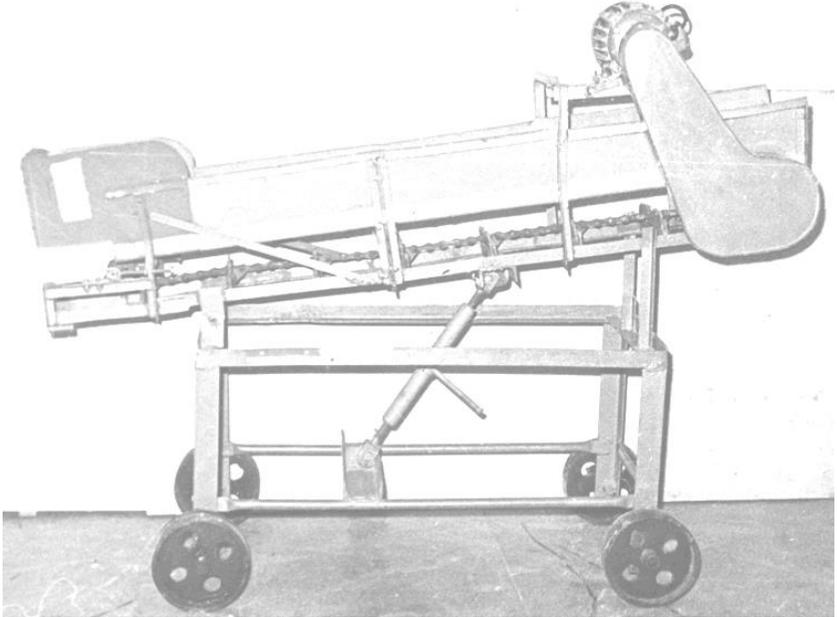


Рисунок 11 – Общий вид скребкового транспортера

Цель работы – изучить конструкцию скребкового транспортера в целом, а также устройства для изменения высоты подъема транспортируемого материала. Освоить методику расчета основных параметров транспортирующего устройства.

Общие положения

Скребковые транспортеры применяются в сельскохозяйственном производстве в виде различных погрузочно-разгрузочных машин. Больше других устройств непрерывного транспорта скребковые транспортеры применяются в сложных сельскохозяйственных машинах (комбайнах, зерноочистительных устройствах и т.д.).

Установка для выполнения настоящей работы представляет собой модель передвижного скребкового транспортера с электрическим приводом и винтовым устройством для изменения угла наклона транспортера, то есть высоты подъема транспортируемого материала.

Необходимое оборудование

1. Скребковый транспортер (передвижной).
2. Измерительный инструмент (рулетка, штангенциркуль, линейка).

Основные правила техники безопасности

1. При выполнении измерений или подсчета числа зубьев звездочек и колес нельзя приводить механизм транспортера в движение.
2. Если необходимо тот или другой механизм транспортера привести в движение, то об этом предупреждаются все члены звена.
3. После окончания работы кожух механизма привода установить на место.

Порядок выполнения работы

1. Изучить устройство скребкового транспортера и устройства для изменения высоты подъема транспортируемого материала.
2. Начертить кинематическую схему скребкового транспортера по окончании расчётов.
3. Выписать исходные данные, полученные для выполнения работы.
4. Выполнить расчеты:
 - 4.1. Определить передаточное число механизма привода. Для этого нужно начертить кинематическую схему механизма привода и подсчитать число зубцов звездочек и колес:

$$U_M = \frac{z_2 \cdot z_4}{z_1 \cdot z_3} \quad (1)$$

- 4.2. Вычислить частоту вращения ведущей звездочки транспортирующего органа:

$$n_{зв} = \frac{n}{U_M} \quad (2)$$

где n – число оборотов ротора электродвигателя, $мин^{-1}$.

- 4.3. Рассчитать скорость движения транспортирующего органа. Предварительно необходимо измерить шаг тяговой звездочки и подсчитать число ее зубцов.

$$v_{ц} = \frac{t \cdot z \cdot n_{зв}}{60} \quad (3)$$

где t – шаг тяговой звездочки, $м$;

z – число зубьев звездочки.

- 4.4. Определить производительность (подачу), $м/ч$. Для этого предварительно нужно начертить эскиз цепи со скребками (2-3 скребка) в аксонометрии, измерить ширину и высоту скребка:

$$Q = 3600 \cdot B \cdot h \cdot \gamma \cdot \psi \cdot v_{ц} \cdot c \quad (4)$$

где B, h – соответственно ширина и высота скребка, $м$;

γ – плотность груза, $Т/м^3$ (приложение Д);

ψ – коэффициент заполнения желоба;

c – коэффициент, учитывающий влияние угла наклона транспортера на производительность.

4.5. Найти линейную плотность (т.е. массу, приходящуюся на 1 м) материала и транспортирующего органа, кг/м:

$$q_M = \frac{Q}{3,6 \cdot v_{ц}}, \quad (5)$$

$$q_T = 0,6 \cdot q_M. \quad (6)$$

4.6. Определить статическую нагрузку на тяговую цепь транспортирующего органа методом «обхода по контуру». Для этого нужно начертить схему контура транспортирующего органа, обозначить граничные точки между прямолинейными и криволинейными участками, в точке 1 (точка схода цепи с ведущей звездочкой) натяжение F_1 принять по исходным данным. Натяжение цепи в последующих точках определить как сумму натяжения в предыдущей точке и сопротивления на участке между точками. Наибольшее натяжение будет в точке 4 (точка набегания тяговой цепи на ведущую звездочку). Это и есть статическая нагрузка на цепь.

$$F_2 = F_1 + q_T \cdot L \cdot (w \cdot \cos \beta - \sin \beta) \cdot g, \quad (7)$$

$$F_3 = \varepsilon \cdot F_2, \quad (8)$$

$$F_4 = F_3 + (q_M + q_T) \cdot L \cdot (w \cdot \cos \beta + \sin \beta) \cdot g, \quad (9)$$

где L – длина транспортера, M ;

w – коэффициент сопротивления передвижению транспортирующего органа;

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения;

ε – коэффициент, учитывающий местное сопротивление на натяжном валу.

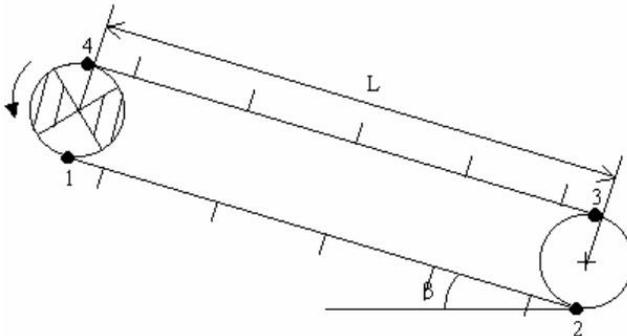


Рисунок 12 – Схема к расчету натяжной цепи

4.7. Вычислить мощность двигателя для привода транспортера, Вт:

$$P_{дв} = K \cdot \frac{[(F_4 - F_1) + 0,07 \cdot (F_4 + F_1)] \cdot v_{ц}}{\eta_M}, \quad (10)$$

где $K = 1,20$ – коэффициент запаса мощности;

η_M – КПД механизма привода.

4.8. Рассчитать динамическую нагрузку на тяговую цепь транспортирующего органа, H :

$$F_D = \frac{(q_M + 2q_T) \cdot L \cdot n_{зв}^2 \cdot t}{60}, \quad (11)$$

где L – длина транспортёра, м; t – шаг цепи, м.

4.9. Определить максимальную нагрузку на тяговую цепь транспортирующего органа и вычислить коэффициент запаса прочности:

$$F_{\max} = F_4 + F_D, \quad (12)$$

$$K_{II} = \frac{[F_p]}{F_{\max}} \leq [K_{II}], \quad (13)$$

где $[K_{II}] = 5 - 10$ – коэффициент запаса прочности цепи;

$[F_p] = 30 \text{ кН}$ – для цепи ГРД-38-3000-1-1-6.

Контрольные вопросы

1. От чего зависит производительность транспортера?
2. Как определить передаточное число механизма привода?
3. Как проверить экспериментально скорость движения цепи?
4. От чего зависит динамическая нагрузка на цепь?
5. Что такое физико-механические свойства груза?

РАБОТА №9 ЭЛЕВАТОР КОВШОВЫЙ (НОРИЯ)

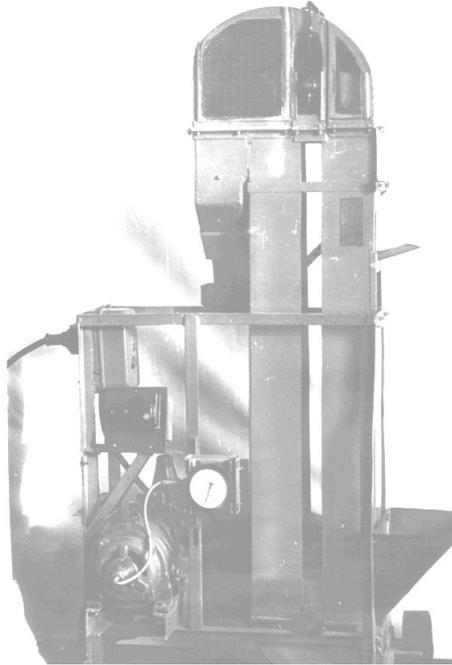


Рисунок 12 – Элеватор ковшовый

Цель работы – изучить конструкцию ковшового элеватора (нории), освоить методику расчета основных параметров его и выполнения отдельных экспериментальных работ.

Общие положения

Для перемещения насыпных, штучных и наливных грузов по вертикали или в крутонаклонном направлении (под углом более 60° к горизонту) применяются ковшовые элеваторы (нории).

Нории, как и другие устройства непрерывного транспорта, в сельскохозяйственном производстве используются в виде самостоятельных погрузочно-разгрузочных машин, однако больше всего в виде встроенных узлов сложных машин и комплексов. Ковшовые элеваторы могут быть различных видов по назначению, типу тягового органа, емкости, форме ковшей и приводу. Что касается конструктивной схемы нории, то она общая для всех элеваторов: имеются головка (верхняя часть) и башмак (нижняя часть), которые соединены между собой каркасом (норийными трубами). Башмак имеет загрузочный бункер, а головка – выгрузной лоток. В головке располагается приводной барабан, а в башмаке – ведомый натяжной барабан. Оба

барабана охватываются бесконечной лентой, на которой закреплены ковши. В башмаке ковш заполняется материалом и поднимает его вверх. В головке ковш огибает ведущий барабан и сбрасывает материал на выгрузной лоток. Высота норий достигает 50 м, а производительность – до 500 т/ч.

Необходимое оборудование

1. Ковшовый элеватор (нория).
2. Измерительный инструмент (штангенциркуль, рулетка, измерительная линейка, секундомер).
3. Деревянные шарики.

Основные правила техники безопасности

1. Все измерения производить в статическом положении механизма нории.
2. При приводе в движение механизмов нории предупреждать все звено.
3. После окончания работы установить защитные кожухи и крышки люков в первоначальное положение.

Порядок выполнения работы

1. Изучить конструкцию нории.
2. Начертить кинематическую схему элеватора (нории).
3. Выписать исходные данные, полученные для выполнения работы, и принять по таблице физико-механические свойства транспортируемого материала.

4. Сделать необходимые измерения и результаты записать в конспект.

Диаметр ведущего барабана можно определить измерительной линейкой через окно верхней головки (не снимая его) вместе с лентой, а затем уменьшить определенный размер на две толщины ленты.

5. Выполнить расчеты:

5.1. Определить скорость ковшей нории.

Для этого нужно начертить кинематическую схему механизма привода, найти передаточное число ременной передачи по формуле

$$U_M = \frac{d_2 \cdot d_4}{d_1 \cdot d_3}, \quad (1)$$

где d_1, d_2, d_3, d_4 – диаметры шкивов, m .

$$v_K = \frac{\pi \cdot D_6 \cdot n}{60 \cdot U_M}, \quad (2)$$

где D_6 – диаметр барабана, m ;

n – частота вращения ротора электродвигателя (1300 мин^{-1}).

5.2. Полученный результат расчета скорости ковшей нужно проверить экспериментально в следующем порядке. Подготовить секундомер и включить электродвигатель, и как только в правом окне головки покажется ковш белого цвета, включить секундомер. После трехкратного прохода белого ковша через окно головки секундомер выключить и электродвигатель остановить. Снять и записать показания секундомера. Опыт повторить тро-

кратно и принять среднее значение времени опыта для расчета. Определить путь, проходимый ковшем за время опыта, и, зная продолжительность опыта, найти скорость ковша. Сравнить полученный результат с расчетным и сделать соответствующее заключение.

5.3. Рассчитать подачу (производительность) нории, m^3/h :

$$Q = 3,6 \cdot \frac{V_K}{t_K} \cdot v_K \cdot \gamma \cdot \psi, \quad (3)$$

где V_K – объем ковша, m^3 ;

t_K – шаг расстановки ковшей, m ;

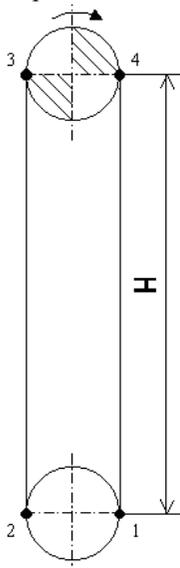
γ – плотность груза, T/m^3 (см. приложение Д);

ψ – коэффициент наполнения ковшей.

Производительность нории определяется по емкости ковша, шагу расстановки их, скорости движения и коэффициенту наполнения. Шаг расстановки ковшей измеряется через люк с правой стороны кожуха нории (шаг расстановки ковшей – это расстояние между любыми одноименными точками двух соседних ковшей).

5.4. Построить траекторию движения частиц материала и полученный результат проверить экспериментально.

Для этого нужно взять шарики, включить норию и бросать их по одному в загрузочный люк. Шарики будут вылетать в отводящий патрубок по определенной траектории. Одному из студентов нужно взять мел и возможно точнее проводить на координатной сетке след движения каждого шарика. Как только запас шариков будет израсходован, норию остановить,



собрать все шарики и опыт повторить. Верхний и нижний след движения шариков примерно покажет очертание струи выбрасываемого из ковшей нории материала. Начертить в масштабе координатную сетку, нанести следы движения выбрасываемых шариков и сделать вывод о соответствии экспериментальных данных с расчетом.

$$h_{\Pi} = \frac{895}{n_{\delta}^2}, \quad (4)$$

где h_{Π} – полусное расстояние, m ;

$n_{\delta} = \frac{n}{U_M}$, $мин^{-1}$ – число оборотов барабана;

$h_{\Pi} < 0,5D_{\delta}$ – разгрузка центробежная;

$h_{\Pi} \approx 0,5D_{\delta}$ – разгрузка смешанная;

$h_{\Pi} > 0,5D_{\delta}$ – разгрузка самотечная (гравитационная).

5.5. Рассчитать натяжение ленты в точках 1, 2, 3, 4 методом «обхода по контуру» и построить эпюру натяже-

ний ленты.

Для этого вначале необходимо определить линейные погонные нагрузки ленты (q_L), груза (q_M) и ковшей (q_K), кг/м:

$$q_L = 1,12B \cdot \delta, \quad (5)$$

где B – ширина ленты, м;

δ – толщина ленты, мм.

$$q_M = \frac{Q}{3,6 \cdot v_K}, \quad (6)$$

где Q – производительность нории, $T/ч$;

v_K – скорость ковша, м/с.

$$q_K = \frac{m_K}{t_K}, \quad (7)$$

где m_K – масса ковша, кг;

t_K – шаг расстановки ковшей, м.

Натяжение ленты определяется по формулам:

$$F_1 = F_{\min} = 300, \text{ Н},$$

$$F_2 = F_1 \cdot \varepsilon + K_{зач} \cdot q_M \cdot g, \text{ Н}, \quad (8)$$

$$F_3 = F_{\max} = F_2 + g(q_L + q_M + q_K) \cdot H, \text{ Н}, \quad (9)$$

$$F_4 = F_1 + g(q_L + q_K) \cdot H, \text{ Н}, \quad (10)$$

где ε – коэффициент учета увеличения натяжения ленты на барабане;

$K_{зач}$ – коэффициент, учитывающий сопротивление при зачерпывании груза;

H – высота нории, м;

$$g = 9,81 \text{ м/с}^2.$$

5.6. Определить мощность, необходимую для привода нории (с учетом потерь) по окружному усилию на ведущем барабане нории и скорости движения транспортирующего органа, Вт :

$$P_{ДВ} = \frac{K_{П}(F_3 - F_4) \cdot v_K}{\eta_M}, \quad (11)$$

где $K_{П} = 1,20$ – коэффициент, учитывающий перегрузку двигателя при пуске;

η_M – КПД механизма привода.

Контрольные вопросы

1. Как определяется передаточное число механизма привода?
2. Что такое полусное расстояние и способы разгрузки нории?
3. В чем суть тягового расчета?
4. Как проверить экспериментально скорость движения ковшей?
5. Почему верхний барабан ведущий?

РАБОТА №10 ТРАНСПОРТЕР ВИНТОВОЙ (ШНЕКОВЫЙ)

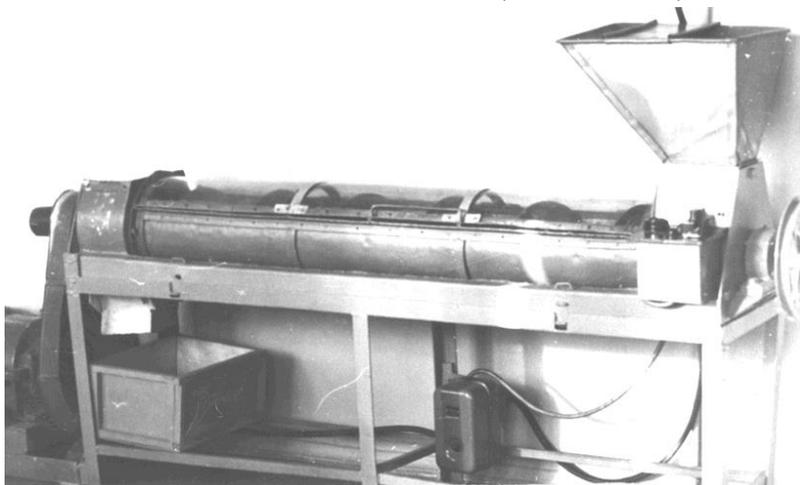


Рисунок 13 – Транспортер винтовой

Цель работы – изучить конструкцию винтового транспортера стационарного исполнения, освоить методику расчета основных его параметров и сделать экспериментальную проверку отдельных результатов расчета.

Основные положения

Винтовые (шнековые) транспортеры широко применяются в сельскохозяйственном производстве как в виде самостоятельных машин, так и в виде сборочных единиц (узлов) сложных сельскохозяйственных машин полеводства и животноводства.

Установка для выполнения настоящей работы представляет собой стационарный винтовой транспортер с электрическим приводом. Составными узлами (сборочными единицами) данного транспортера являются: рама, транспортирующий орган (шnek) с желобом, загрузочным бункером и механизмом привода.

Механизм привода состоит из редуктора РМ-250, цепной пары и предохранительной муфты. Цепная пара – повышающая. Такая конструкция механизма привода применена здесь по конструктивным соображениям, а также в учебных целях.

Необходимое оборудование

1. Стационарный винтовой (шнековый) транспортер с электрическим приводом для перемещения насыпных грузов.
2. Измерительный инструмент (рулетка, штангенциркуль, измерительная линейка, секундомер, тахометр).
3. Пластмассовый шар.

Основные правила техники безопасности

1. Все измерения и подсчет зубьев звездочек следует производить при отключенной от сети установки (красная лампа на щите штепсельного разъема не горит).

2. Электрический привод установки включать только по разрешению преподавателя.

3. Перед включением транспортера убедиться в полной безопасности находящихся поблизости студентов и предупредить всех членов звена командой: «Внимание, включаю».

4. Если во время работы транспортера откажет пусковая аппаратура или произойдет замыкание электропроводки, немедленно отключить установку от сети разрывом штепсельного соединения (вилку, связанную с кабелем, отсоединить от розетки).

5. После окончания работы привести рабочее место в порядок.

Порядок выполнения работы

1. Изучить конструкцию и работу винтового транспортера.

2. Выписать исходные данные для выполнения работы.

3. Принять по таблицам физико-механические свойства транспортируемого материала (см. приложение Д).

4. Расчет основных параметров транспортера.

4.1. Общее передаточное число механизма привода:

$$U_M = U_p \frac{z_2}{z_1}. \quad (1)$$

Определить передаточное число редуктора по числу оборотов входного вала на один оборот выходного.

4.2. Найти частоту вращения шнека по частоте вращения вала ротора электродвигателя и п.ч. механизма привода:

$$n_{ш} = \frac{n}{U_M}, \quad (2)$$

где n – частота вращения ротора электродвигателя (1420 мин^{-1}).

Частоту вращения ротора электродвигателя принять по его характеристике, а результат расчета частоты вращения шнека проверить тахометром.

4.3. Вычислить скорость движения материала, $м/с$:

$$v_{ep} = \frac{t \cdot n_{ш}}{60}, \quad (3)$$

где t – шаг винта, $м$.

Предварительно нужно измерить шаг винта, а также диаметр шнека (измерить длину окружности желоба, а затем, учтя зазор между желобом и шнеком, вычислить диаметр шнека).

4.4. Экспериментально проверить результаты расчета скорости материала. Для этого нужно включить транспортер в работу и опустить шар в

загрузочный ковш, одновременно включить секундомер. Как только шар упадет в приемный ящик, секундомер остановить.

Зная длину транспортера и время движения шара, вычислить скорость. Опыт повторить троекратно и сделать соответствующие выводы (длину транспортера, т.е. путь перемещения шара за опыт, определить измерением расстояния между серединой загрузочного ковша и выгрузного лотка).

4.5. Определить производительность транспортера, $m^3/ч$:

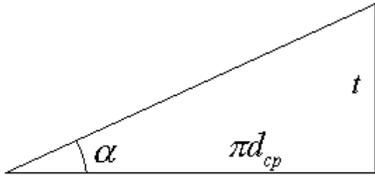
$$Q = 900 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot v_{cp} \cdot \gamma \cdot \psi, \quad (4)$$

где D – диаметр винта, m ;

γ – плотность груза, T/m^3 (см. приложение Д);

ψ – коэффициент наполнения.

4.6. Определить угол наклона винтовой линии (средний).



$$\alpha_{cp} = \arctg \frac{t}{\pi \cdot d_{cp}}, \quad (5)$$

где d_g – диаметр вала, m ;

$$d_{cp} = \frac{D + d_g}{2} \text{ – средний диаметр винта, } m.$$

4.7. Определить КПД винта по формуле

$$\eta_g = \frac{\operatorname{tg} \alpha_{cp}}{\operatorname{tg}(\alpha_{cp} + \beta)}, \quad (6)$$

где $\beta = \arctg f$ – угол трения, $град$;

f – коэффициент трения груза о винт (см. приложение Д).

4.8. Рассчитать мощность двигателя на привод транспортера, $kВт$:

$$P_{дв} = \frac{K \cdot Q \cdot L \cdot w}{367 \cdot \eta_{II} \cdot \eta_M \cdot \eta_g}, \quad (7)$$

где L – длина транспортера, m ;

w – коэффициент сопротивления перемещению груза;

η_{II} – КПД подшипников;

η_M – КПД механизма привода;

$K = 1,20$ – коэффициент запаса мощности.

4.9. Найти крутящий момент на вале шнека, $H \cdot м$:

$$M_{кр} = 9550 \frac{P_{оа}}{n_{и}}. \quad (8)$$

4.10. Определить осевую силу, действующую на вал шнека, H :

$$F_{ос} = \frac{2M_{кр}}{d_{ср} \cdot \operatorname{tg}(\alpha_{ср} + \beta)}. \quad (9)$$

4.11. Определить расчетный момент предохранительной муфты, $H\cdot м$:

$$M_{нр} = 1,3 \cdot M_{кр}. \quad (10)$$

5. Начертить кинематическую схему транспортёра.

Контрольные вопросы

1. Как определить основные параметры винта?
2. Что такое угол подъема винтовой линии?
3. От каких факторов зависит производительность винтового транспортера?
4. Где устанавливается упорный подшипник?
5. Какого типа предохранительная муфта устанавливается на транспортере?

РАБОТА №11

РЕЕЧНЫЙ ДОМКРАТ С БЕЗОПАСНОЙ РУКОЯТКОЙ

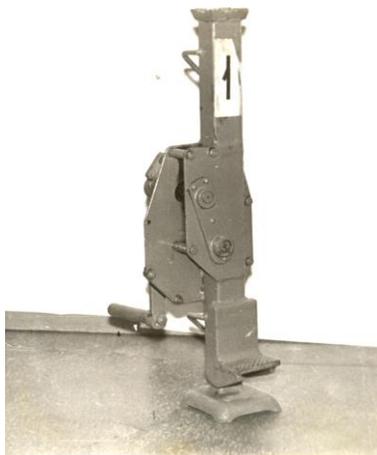


Рисунок 11 – Реечный домкрат с безопасной рукояткой

Цель работы – изучить конструкцию и методику расчета основных параметров реечного домкрата с безопасной рукояткой.

Общие положения

Реечный домкрат с безопасной рукояткой является наиболее типичным грузоподъемным устройством с ручным приводом. Применение безопасной рукоятки, которая представляет собой совокупность собственно приводной рукоятки и автоматического тормоза, значительно повышает безопасность эксплуатации домкрата.

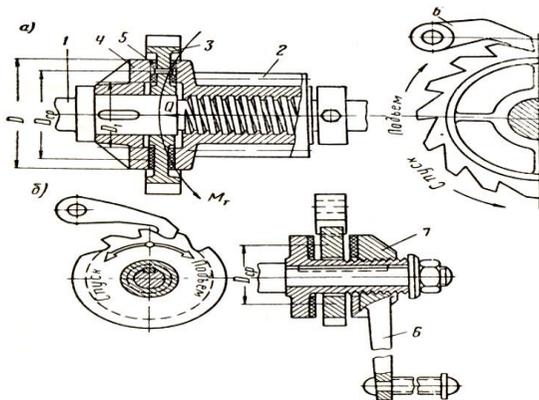


Рисунок 11а – Грузоупорный тормоз (а) и безопасная рукоятка (б)

Необходимое оборудование

1. Реечный домкрат с безопасной рукояткой.
2. Штангенциркуль.

Основные правила техники безопасности

1. Нельзя ставить домкрат на стол; при выполнении работы он должен стоять на полу.
2. Соблюдать осторожность при подсчете числа зубьев колес и измерении среднего радиуса колеса рейки.
3. Снимать безопасную рукоятку только в крайне нижнем положении подвижной части домкрата, т.к. при снятии рукоятки подвижная часть освобождается и падает вниз.
4. После окончания работы домкрат собрать и привести рабочее место в порядок, восстановить в первоначальное положение оборудование, приборы, инструменты.

Порядок выполнения работы

1. Изучить устройство и работу реечного домкрата и безопасной рукоятки (грузоупорного тормоза).
2. Выписать исходные данные, полученные для выполнения работы от преподавателя, определить параметры, которые должны быть измерены, а так же величины, значение которых следует принять из теории и расчета ПТМ.
3. Сделать необходимые измерения и результаты измерений записать в конспект. Непосредственно измерить можно не все параметры, т.к. отдельные детали скрыты, а разбирать домкрат нельзя, тогда приходится применять косвенные методы измерений. Так для подсчета числа зубьев ведущего колеса нужно сделать метку мелом на корпусе домкрата против одного из зубьев ведомого колеса, а затем повернуть приводную рукоятку на один оборот. Количество зубьев, которое пройдет мимо метки – это и есть число зубьев ведущего колеса. Этим же методом также измерить средний радиус колеса рейки. Для этого нужно совместить метки на оси колеса рейки и корпусе домкрата, а так же мелом сделать метку на неподвижной и подвижной частях домкрата. Затем вращать рукоятку до тех пор, пока ось колеса рейки сделает полный оборот (метки снова совместятся). После этого измерить расстояние, которое прошла подвижная часть домкрата. Это расстояние L равно длине средней окружности колеса, следовательно $r_{cp} = L/(2\pi)$.

4. Выполнить расчеты:

4.1 Определить передаточное число механизма привода:

$$U_i = \frac{z_2}{z_1}, \quad (1)$$

где z_1 – число зубьев ведущего колеса (шестерни);

z_2 – число зубьев ведомого колеса.

4.2 Определить грузоподъемность, кг:

$$Q = \frac{F_p \cdot l_p \cdot U_m \cdot \eta_m}{r_{cp} \cdot g}, \quad (2)$$

где F_p – усилие рабочего, Н;

l_p – длина рукоятки, м;

Π_m – КПД механизма привода;

r_{cp} – средний радиус рейки, м.

4.3 Определить частоту вращения рукоятки, мин⁻¹:

$$n_p = \frac{30 \cdot v_p}{\pi \cdot l_p}, \quad (3)$$

где v_p – скорость руки рабочего, м/с.

4.4 Определить скорость подъема груза, м/с:

$$v_{cp} = \frac{\pi \cdot r_{cp} \cdot n_p}{30}$$

4.5 Определить момент тормозной, Н*м:

$$M_T = K_1 \cdot M_T^{CT} = K_1 \cdot \frac{Q \cdot g \cdot r_{cp} \cdot \eta_m}{U_m}, \quad \dots (5)$$

где K_1 – коэффициент запаса тормозного момента;

Q – грузоподъемность, кг;

r_{cp} – средний радиус рейки, м.

4.6 Определить осевое давление, Н:

$$F_{oc} = \frac{M_T}{f \cdot (R_1 + R_2)}, \quad (6)$$

где f – коэффициент трения между дисками тормоза;

R_1 и R_2 – наружный и внутренний радиусы фрикционных поверхностей (дисков) тормоза.

4.7 Определить площадь кольцевой поверхности одного диска, m^2 :

$$A = \pi \cdot (R_1^2 + R_2^2), \quad (7)$$

4.8 Определить удельное давление на диски тормоза, Па:

$$p = \frac{F_{oc}}{A}, \quad (8)$$

5. Начертить схему домкрата и эскиз грузового тормоза безопасной рукоятки.

Контрольные вопросы.

1. В чем преимущества реечных домкратов?
2. В чем суть безопасной рукоятки?
3. Как увеличить грузоподъемность домкрата?
4. Из каких деталей состоит грузоупорный тормоз?
5. Как определяется средний диаметр тормозных дисков?

РАБОТА №12 ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ДОМКРАТ



Рисунок 12 – Гидравлический домкрат

Цель работы – изучить конструкцию гидравлического домкрата и освоить методику расчета его основных параметров.

Общие положения

При выполнении тяжелых и сложных монтажных работ применяют гидравлические домкраты. Они имеют высокий КПД ($\eta = 0,75 \dots 0,8$), компактную конструкцию, обеспечивают плавный подъем и точность установки груза на заданном уровне и обладают самоторможением. Недостатками их является ограниченная высота и малая скорость подъема.

В выполненных отечественных конструкциях гидравлических домкратов грузоподъемность колеблется от 3 до 200т.

По виду привода гидравлические домкраты подразделяются на домкраты с насосом, имеющие ручной привод, и на домкраты, насосы которых имеют машинный привод.

Изображенный на фотографии гидравлический домкрат является домкратом с ручным приводом насоса, прерывного действия.

Необходимое оборудование

1. Гидравлический домкрат с ручным приводом.
2. Измерительный инструмент (штангенциркуль, масштабная линейка, рулетка (1м)).

Порядок выполнения работы

1. Изучить устройство и работу гидравлического домкрата.
2. Выписать исходные данные для выполнения работы, определить параметры, значение которых должно быть найдено измерением, а так же принимаемые по литературным источникам.
3. Сделать необходимые измерения и результаты их записать в конспект.
4. Выполнить расчеты:
 - 4.1. Определить грузоподъемность домкрата, кг:

$$Q = \frac{F_p \cdot L \cdot D^2 \cdot \eta_m}{g \cdot l \cdot d^2}, \quad (1)$$

где F_p – усилие, прикладываемое к приводному рычагу, Н;

D – диаметр штока домкрата, мм;

L – длина большого плеча приводного рычага, мм;

l – длина меньшего плеча рычага, мм;

d – диаметр поршня (плунжера) насоса, мм;

η_m – КПД домкрата;

g – ускорение свободного падения.

- 4.2. Определить давление жидкости, мПа:

$$p = \frac{4 \cdot L \cdot F_p \cdot \eta_m}{\pi \cdot d^2 \cdot l}, \quad (2)$$

- 4.3 Определить производительность насоса, м³/мин:

$$II = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot s \cdot n \cdot \eta_{vH}}{4}, \quad (3)$$

где d – диаметр плунжера, м;

s – ход плунжера, м;

n – число двойных ходов плунжера в мин.;

$\Pi_{\text{вн}}$ – объемный КПД насоса.

4.4 Определить скорость подъема груза, м/мин:

$$V_{\text{гр}} = \frac{4 \cdot \Pi \cdot \eta_{\text{вн}}}{\pi \cdot D^2}, \quad (4)$$

где $\Pi_{\text{вн}}$ – объемный КПД цилиндра;

D – диаметр штока домкрата, м.

4.5 Определить толщину стенки гидроцилиндра, м:

$$\delta = \frac{D}{2} \cdot \left(\sqrt{\frac{[\sigma]_p + p(1 - 2\mu)}{[\sigma]_p - p(1 + 2\mu)}} - 1 \right), \quad (5)$$

где $[\sigma]_{\text{сж}}$ – допускаемое напряжение сжатия для материала стенок гидроцилиндра, МПа;

p – давление жидкости, МПа;

$\mu = 0,3$ – коэффициент Пуассона для стали.

5. Полученное значение скорости подъема груза проверить экспериментально. Для этого нужно поставить шток гидроцилиндра в нижнее положение и измерить расстояние от подошвы корпуса домкрата до опорной головки штока. Затем плунжер насоса привести в движение, сделав рукояткой заданное число двойных ходов (за 1 мин.) и снова измерить расстояние от подошвы до опорной головки штока. Разность второго и первого размера дадут перемещение штока за 1 минуту, то есть это и будет скорость подъема груза. Сравнить полученный результат с расчетным и сделайте соответствующие выводы.

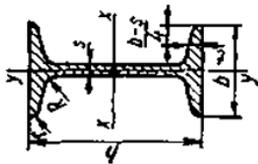
6. Начертить конструктивную и условную гидравлическую схемы домкрата.

Контрольные вопросы.

1. Какие домкраты бывают по конструкции?
2. От каких параметров зависит производительность ручного насоса гидравлического домкрата?
3. Как уменьшить усилие рабочего на приводном рычаге?
4. От чего зависит скорость подъема груза?
5. Какие жидкости применяют в гидравлических домкратах?

Приложение А

Размеры и справочные величины для осей двутавра (по ГОСТ 8239-89)



h – высота балки;
 b – ширина полки;
 s – толщина стенки;
 t – средняя толщина полки;
 R – радиус внутреннего закругления;

r – радиус закругления полки;
 I – момент инерции;
 W – момент сопротивления;
 S – статический момент полусечения;
 I – радиус инерции.

Номер балки	Размеры, мм						Площадь сечения, см ²	Масса 1 м, кг	Справочные величины для осей						
	h	b	s	t	R	r			X-X			Y-Y			
									I_x , см ⁴	W_x , см ³	i_x , см	S_x , см ³	I_y , см ⁴	W_y , см ³	i_y , см
10	100	55	4,5	7,2	1	2,5	12,0	9,46	198	39,7	4,06	23,0	17,9	6,49	1,22
12	120	64	4,8	7,3	7,5	3	14,7	11,5	350	58,4	4,88	33,7	27,9	8,72	1,38
14	140	73	4,9	7,5	8	3	17,4	13,7	572	81,7	5,73	46,8	41,9	11,5	1,55
16	160	81	5	7,8	8,5	3,5	20,2	15,9	873	109	6,57	62,3	58,6	14,5	1,7
18	180	90	5,1	8,6	9	3,5	23,4	18,4	1290	143	7,42	81,4	82,6	18,4	1,88
18a	180	100	5,1	8,3	9	3,5	25,4	19,9	1430	1159	7,51	89,8	114	22,8	2,12
20	200	100	5,2	8,4	9,5	4	26,8	21	1840	184	8,28	104	115	23,1	2,07
20a	200	100	5,2	8,6	9,5	4	28,9	22,7	2030	203	8,37	114	155	28,2	2,32
22	220	100	5,4	8,7	10	4	30,6	24	2550	232	9,13	131	157	28,6	2,27
22a	220	120	5,4	8,9	10	4	32,8	25,8	2790	254	9,22	143	206	34,3	2,5
24	240	115	5,6	9,5	10,5	4	34,8	27,3	3460	289	9,97	163	198	34,5	2,37
24a	240	125	5,6	9,8	10,5	4	37,5	29,4	3800	317	10,1	178	260	41,6	2,63
27	270	125	6	9,8	11	4,5	40,2	31,5	5010	371	11,2	210	260	41,5	2,54
27a	270	135	6	10,2	11	4,5	43,2	33,9	5500	407	11,3	229	337	50	2,8

Окончание прил. А

Номер балки	Размеры, мм						Площадь сечения, см ²	Масса I, М, кг	Справочные величины для осей					
	h	b	s	t	R	r			X-X			Y-Y		
									I _x , см ⁴	W _x , см ³	i _x , см	S _x , см ³	I _y , см ⁴	W _y , см ³
30	300	135	6,5	10,2	12	5	46,5	7080	472	12,3	268	337	49,9	2,69
30а	300	145	6,5	10,7	12	5	49,9	7780	518	12,5	292	436	60,1	2,95
33	330	140	7	11,2	13	5	53,8	9840	597	13,5	339	419	59,9	2,79
36	360	145	7,5	12,3	14	6	61,9	13380	743	14,7	423	516	71,1	2,89
40	400	155	8,3	13,0	15	6	72,6	19062	933	16,2	545	667	86,1	3,03
45	450	160	9	14,2	16	7	84,7	27696	1231	18,1	708	808	101	3,09
50	500	170	10	15,2	17	7	100	39727	1589	19,9	919	1043	123	3,23
55	550	180	11	16,5	18	7	118	55962	2035	21,8	1181	1356	151	3,39
60	600	190	12	17,8	20	8	138	198	39,7	4,06	23,0	1725	182	3,54



Приложение Б
Размеры и параметры канатов двойной свивки типа ЛК-Р конструкций
6×19 (1+6+6/6)+1 о.с. (по ГОСТ 2688-80*)

Диаметр каната d_k , мм	Расчётная площадь сечения всех проволок, мм ²	Масса 1000 м смазанного каната, кг	Расчётное разрывное усилие каната $S_{\text{разр}}$, кН (не менее), при $\sigma_{\text{раз}}$ проволок в МПа (кгс/мм ²)		
			1372 (140)	1568 (160)	1666 (170)
3,8	5,63	55,1	—	—	1764 (180)
4,1	6,55	64,1	—	—	8,4
4,5	7,55	73,9	—	—	9,75
4,8	8,82	84,4	—	—	11,25
5,1	9,76	95,5	—	—	12,85
5,6	11,9	116,5	—	—	14,9
6,9	18,05	176,6	—	24,5	18,2
8,3	26,15	256	—	35,55	26,85
9,1	31,18	305	—	42,35	37,75
9,9	36,66	358,6	—	49,85	46,4
11	47,19	461,6	—	64,15	54,44
12	53,87	527	—	73,25	70,25
13	61	596,6	72,55	82,95	80,2
14	74,4	728	88,5	107,5	90,85
15	86,28	844	102,5	117	110,5
16,5	104,61	1025	124	142	128,5
18	124,73	1220	148	169,5	155,5
19,5	143,61	1405	170,5	195	185,5
21	167,03	1535	198,5	227	213,5
22,5	188,78	1850	224,5	256,5	248,5
24	215,49	2110	256	293	281
25	244	2390	290	311	320,5
28	297,63	2911	354	331,5	363
30,5	356,72	3490	424	404,5	443
				485	515
					531

Приложение В

Крановые электродвигатели серии МТК

Тип двигателя	Мощность на валу (кВт) при ПВ, %				Частота вращения, об/мин	КПД	Пусковой момент, Н·м	Момент инерции ротора, кг·м ²	Масса двигателя, кг
	15	25	40	60					
1000 об/мин синхронная									
МТК 011-6	1,7				775	0,59			
		1,4			840	0,63	42	0,02	47
			1,1		885	0,63			
				0,9	915	0,62			
МТК 012-6	2,7				760	0,59			
		2,2			830	0,64	67	0,03	53
			1,8		870	0,65			
				1,5	900	0,64			
МТК 111-6	4,3				825	0,68			
		3,5			875	0,72	105	0,045	70
			2,8		905	0,73			
				2,3	925	0,73			
МТК 112-6	6,3				825	0,70			
		5,0			875	0,74	160	0,065	80
			4,2		900	0,75			
				3,6	920	0,76			

Приложение Г

Насосы шестеренные гидравлических систем

Основные параметры	Тип насоса					
	НШ-10	НШ-32	НШ-46	НШ-32Э	НШ-67	НШ-98
Удельная подача, см ³ /об.	10	32,6	47,4	32	67	98
Частота вращения вала, мин ⁻¹						
n _{min}	1100	1100	1100	1100	1100	1100
n _{max}	1625	1625	1625	1700	1700	1700
Объемный КПД при P = 10 МПа	0,83	0,83	0,85	0,85	0,90	0,90
Механический КПД	0,90	0,92	0,93	0,93	0,94	0,95
Подача, дм ³ /мин						
n _{min}	9	30	44	30	67	100
n _{max}	15	47	72	50	110	160
Рабочее давление, МПа	10	10	10	10	10	10
Давление при пропуске через предохранительный клапан, МПа	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	11,0
Приводная мощность, кВт						
при n _{min}	1,7	5,6	7,6	5,3	11,0	16,0
при n _{max}	2,7	8,4	12,6	8,8	19,2	28,0
Масса насоса, кг	2,55	6,65	7,14	6,7	16,1	16,3

Характеристика некоторых насыпных грузов

Груз	Насыпная плотность, Т/м ³	Угол в градусах		Коэффициент трения в состоянии покоя		
		естественного откоса	внутреннего трения	по стали	по дереву	по резине
1	2	3	4	5	6	7
Бобы	0,7...0,8	35...45	32...35	0,4...0,5	0,3...0,5	-
Вика	0,85	35	28...30	0,38	0,42	-
Гипс мелкокусковой	1,2...1,4	30...40	-	0,78	-	0,82
Гипс крупный	1,4	30...35	-	0,6...0,7	-	-
Гипс в порошке	0,8...0,95	35...40	30...35	0,7...0,8	-	-
Глина сухая мелкокусковая	1,0...1,5	40...45	-	0,7...0,9	-	-
Гравий	1,5...1,9	40...45	40...45	0,58...1,0	-	0,8
Горох	0,8	30	24...28	0,26...0,33	0,26...0,35	0,27...0,37
Гречиха	0,69	30	25	0,3...0,25	0,37...0,56	0,4...0,6
Земля грунтовая сухая	1,2...1,4	35...40	-	1,0	-	0,8
Известь гашеная	0,5...0,65	40...55	40...55	0,35	-	-
Известняк мелкокусковой	1,2...1,5	45	-	0,56	0,70	0,66
Картофель	0,65...0,73	35	-	0,51	0,55	0,58
Конопляные семена	0,55...0,60	27	-	0,25...0,45	0,31...0,48	0,44
Кукуруза	0,7...0,75 30...35	25...30	-	0,58	0,58	0,6
Льянное семя	0,65...0,75	30...35	25...30	0,58	0,58	0,6
Навоз сырой	0,60...0,80	72	-	-	-	-
Овес	0,4...0,5	35	30...35	0,58	0,78	0,8
Отруби	0,25...0,33	38	-	-	-	-
Опилки древесные	0,16...0,32	40...60	32...55	0,8	-	0,65
Песок сухой (мелкий)	1,4...1,65	30...35	32	0,4	-	0,60

+

Окончание прил. Д

1	2	3	4	5	6	7
Подсолнух	0,42	30...40	33...45	0,49	0,54	0,58
Пшеница	0,65...0,83	30...35	25...35	0,58	0,54	0,57
Проро	0,41...0,43	29	-	0,31	0,3...0,35	0,36...0,40
Рожь	0,68...0,79	30...35	30	0,58	0,62	0,66
Рис	0,60...0,90	45	-	0,53	0,56	0,6
Мука пшеничная	0,45...0,66	50...55	30...48	0,65	-	0,85
Свекла (корни)	0,47...0,70	35	-	0,50	0,54	0,57
Сено и солома прессованная	0,28...0,30	-	-	0,35	0,37	0,40
Сено ворохом	0,10...0,17	-	-	0,31	0,33	0,35
Силос кукурузный и силос из кормовых трав (влажн. 73%)	0,40...0,45	50	-	0,73	0,78	0,83
Суперфосфат	0,8...1,2	40	30...40	0,7...0,8	-	-
Горф влажный	0,55...0,65	50...55	48...52	0,7	0,75	0,80
Уголь каменный бурый	0,65...0,78	50	30...45	1,0	1,0	0,8...1,0
Фосфоритная мука	1,1	45	45	0,3	-	-
Цемент	1,3...1,6	30...40	30...40	0,3...0,65	0,30...0,40	0,64
Ячмень	0,65...0,80	27...35	30...35	0,58	-	-

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Подъемно-транспортные машины [Текст]: учебник для студентов вузов по напр. "Агроинженерия" / под ред. М.Н. Ерохина и С.П. Казанцева. - Москва: КолосС, 2010. - 335 с.: ил. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений). - Прил.: с. 260-334. - ISBN 978-5-9532-0625-9.

2. Коваленский В.И. Подъемно-транспортные установки и оборудование. Курсовое проектирование [тест]: учебное пособие / В.И.Коваленский. - Санкт-Петербург: ГИОРД, 2013.- 672 с.: ил.Библиогр.:с.666.-Прил.:с 511-665.-ISBT 978-5-98879-138-6.

3. Кузнецов, Е. С. Специальные грузоподъемные машины. Книга 2. Грузоподъемные манипуляторы. Специальные полиспастные подвесы и траверсы. Специальные лебедки [Электронный ресурс]: учеб. пособие в 9 кн. / Е.С. Кузнецов, К.Д. Никитин, А.Н. Орлов; под ред. проф. К.Д. Никитина. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2011. - 280 с. - (Сер. Подъемно-транспортная техника / под общ. ред. А. В. Вершинского). - ISBN 978-5-7638-1315-9 (серии), ISBN 978-5-7638-2338-7 (кн. 2).

4. Детали машин. Основы теории, расчета и конструирования: Учебное пособие / В.П. Олофинская. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 72 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (обложка) ISBN 978-5-91134-933-2, 300 экз.

5. Гришко, Г.С. Рабочее оборудование универсальных малогабаритных погрузчиков. Исследования и анализ конструкций [Электронный ресурс]: Учеб. пособие / Г.С. Гришко, В.В. Минин. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2011. - 192 с. - ISBN 978-5-7638-2227-4.

6. Погрузка и разгрузка [Электронный ресурс] : Справочник груз-менеджера / Авт.-сост. В. В. Волгин. - 3-е изд. - М. : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2012. - 592 с. - ISBN 978-5-394-01621-9.

7. Александров М.П. Подъемно-транспортные машины. – М.: Высшая школа, 1985.

8. Башта Т.М. Машиностроительная гидравлика: справочник. – М.: Машиностроение, 1971.

9. Борисов А.М. Сельскохозяйственные погрузочно-разгрузочные машины / А.М. Борисов, М.Н. Фатеев, А.Х. Гохтель. – М.: Машиностроение, 1973.

10. Зуев Ф.Г. Подъемно-транспортные машины зерноперерабатывающих предприятий / Ф.Г. Зуев, Н.А. Локтев, А.И. Полухин. – М.: Колос, 1978.

11. Красников В.В. Подъемно-транспортные машины в сельском хозяйстве. – М.: Колос, 1987.

12. Павлов Н.Г. Примеры расчетов кранов. – Л.: Машиностроение, 1976.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Лаборатория и ее оборудование	4
Организация проведения лабораторных занятий	5
Техника безопасности при работе в лаборатории	6
Некоторые вопросы электробезопасности	7
Лабораторные работы	8
Общая методика выполнения лабораторных работ	8
Составление отчета	9
Работа №1. Таль шестеренная с грузоупорным тормозом	10
Работа №2. Подъемник с комбинированным приводом	14
Работа №3. Мостовой (козловой) однобалочный кран	19
Работа №4. Механизм подъема груза с электрическим приводом	23
Работа №5. Стреловой механизм подъема груза с гидравлическим приводом	28
Работа №6. Погрузчик с обратным (скоростным) полиспастом и гидравлическим приводом	31
Работа №7. Транспортер ленточный	35
Работа №8. Транспортер скребковый	39
Работа №9. Элеватор ковшовый (нория)	43
Работа №10. Транспортер винтовой (шнековый)	47
Работа №11. Реечный домкрат с безопасной рукояткой.....	51
Работа №12. Гидравлический домкрат	55
Приложения	58
Библиографический список	64

Составитель: **Гладченко Виктор Михайлович**

ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ

**Методические указания
по выполнению лабораторной работы**

Публикуется в авторской редакции
Компьютерная верстка Л.Д. Стороженко

Подписано в печать 29 сентября 2020 г.
Формат 60×84^{1/16} Объем 4,4 уч.-изд. л.
Тираж 50 экз. Изд. №

Отпечатано в мини-типографии Инженерного института НГАУ
630039, Новосибирск, ул. Никитина, 147