

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»
Кафедра технологии строительного производства

В. С. Уханов

МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ БЕТОННЫХ РАБОТ

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «Оренбургский государственный
университет» в качестве методических указаний для студентов,
обучающихся по программам высшего образования по направлению
подготовки 08.03.01 Строительство

Оренбург
2016

УДК 621.865.8
ББК 34.44
У 89

Рецензент - кандидат технических наук, доцент В.О. Штерн

У89Уханов, В.С.

Машины и оборудование для бетонных работ: методические указания/ В. С. Уханов; Оренбургский государственный университет – Оренбург: ОГУ, 2016.- 63 с.
ISBN

Методические указания включают в себя теоретическое изложение материала, классификацию, описание устройства, принципа работы, рабочих процессов и определение производительности машин и оборудования для бетонных работ, методику проведения работы и контрольные вопросы.

Методические указания предназначены для выполнения практических работ по дисциплинам «Строительные машины», «Современная строительная техника», «Механизация и оборудование строительного производства» и «Современные дорожно-строительные машины» для студентов направления подготовки 08.03.01 – Строительство всех форм обучения.

УДК 621.865.8
ББК 34.44

© Уханов В. С., 2016
© ОГУ, 2016

Содержание

Введение.....	4
1 Цель работы	5
2 Внеаудиторная подготовка к выполнению работы	6
3 Общие сведения.....	6
4 Машины для приготовления бетонных смесей.....	8
5 Машины для транспортирования бетонных смесей	16
6 Оборудование для подачи, распределения и укладки бетонной смеси.....	21
7 Машины для уплотнения бетонной смеси	37
7.1 Классификация вибраторов	38
7.2 Конструкция вибраторов.....	39
7.3 Характеристика вибраторов и область их применения	44
8 Оборудование для механической обработки бетонной смеси	48
9 Машины и установки для торкретирования.....	53
10 Техника безопасности при производстве бетонных и железобетонных работ.....	56
11 Контрольные вопросы	58
Список использованных источников	60
Приложение А	61
Приложение Б	62
Приложение В.....	63

Введение

Современное строительство является одной из наиболее механизированных сфер человеческой деятельности. Представить себе современное строительство зданий и сооружений невозможно без техники и оборудования, которые существенно сокращают сроки строительства и снижают использование ручного труда. Строительные машины используются на всех этапах строительного производства – в карьерной добыче строительных материалов (песка, гравия, глины, мела и т.п.); в изготовлении железобетонных, металлических, деревянных и других строительных элементов заводским способом; при погрузке, разгрузке и транспортировке материалов и строительных конструкций; в технологических процессах возведения зданий и сооружений, строительстве дорог, подземных коммуникаций, объектов гидротехнического, энергетического и других видов строительства – от работ освоения строительных площадок и нулевого цикла до завершающих стадий отделочных и т.п. работ. Строительные машины являются средствами механизации ремонтных и восстановительных работ.

В первой половине прошлого столетия с внедрением в строительное производство машин решалась задача замены трудоемких ручных строительных процессов машинными, а в последствии – вытеснения ручного труда широким внедрением средств малой механизации. В настоящее время в области механизации строительства решаются проблемы более высокого уровня. В сфере повышения эффективности машинного строительного производства – создание комплексов машин, обеспечивающих наиболее высокую выработку строительной продукции при минимальных затратах на ее создание. В социальной сфере – обеспечение комфортных условий для персонала, обслуживающего машины; широкое внедрение автоматических систем управления с целью облегчения труда человека-оператора и повышения качества строительных работ.

Из сказанного следует, что весь производственный цикл от создания проекта строительного объекта до его реализации представляет собой комплекс

взаимосвязанных составных частей, включая механизированную технологию и строительные машины как средства ее обеспечения. Для эффективного решения производственных задач каждый участник строительного процесса должен быть специалистом в своей области, способным оценивать влияние на нее смежных частей указанного комплекса. Например, для специалиста-строителя в отношении строительных машин это означает, прежде всего, способность ориентироваться в технологических возможностях различных моделей машин определенного назначения для оптимального комплектования ими технологических процессов в заданных производственных условиях.

1 Цель практической работы

- 1 Закрепить знания по темам лекционных занятий.
- 2 Выяснить области рационального применения машин и оборудования для бетонных работ.
- 3 Изучить устройство и принцип работы механизмов, машин и оборудования для бетонных работ.
- 4 Изучить основные виды машин для производства бетонных работ.
- 5 Определить основные параметры машин для укладки бетонной смеси.
- 6 Рассчитать техническую и эксплуатационную производительность бетононасосов различного типа (по вариантам).
- 7 Ознакомиться с основными параметрами и техническими характеристиками современных машин для бетонных работ.

Работа выполняется в течение 3-х часов. Для выполнения работы необходимы: макеты, плакаты и слайды машин для бетонных работ, их технические характеристики, линейка, карандаш, микрокалькулятор, справочная литература.

2 Внеаудиторная подготовка к выполнению работы

В процессе самостоятельной подготовки студент должен изучить разделы по дисциплинам: «Строительные машины», «Современная строительная техника», «Механизация и автоматизация строительного производства», «Механизация и оборудование строительного производства», «Современные дорожно-строительные машины», по конспектам лекций, учебникам.

Пользуясь настоящими методическими указаниями, студент должен:

- а) уяснить цель работы, её содержание и порядок выполнения;
- б) выписать расчётные формулы и выполнить необходимые расчёты.
- в) подготовить бланк отчёта по форме, предоставленной в приложении

А;

- г) защитить, подготовив ответы на контрольные вопросы.

3 Общие сведения

Бетонные работы — это работы, выполняемые при возведении монолитных бетонных и железобетонных конструкций и сооружений из бетонной смеси. Они включают: приготовление бетонной смеси, доставку её на строительную площадку, подачу, распределение и уплотнение смеси в форме (опалубке), уход за бетонной смесью при твердении.

Бетонные и растворные смеси изготавливают путем механического перемешивания их компонентов (вяжущего вещества, мелкого и крупного заполнителей, воды и необходимых добавок) в смесительных машинах — бетоносмесителях и растворосмесителях. Качество смеси определяется точностью дозировки компонентов и равномерностью их распределения между собой по всему объему смеси. Для равномерного распределения компонентов смеси между собой в общем объеме замеса частицам материала сообщаются траектории движения с наибольшей возможностью их пересечения. Смешивание компонентов в однородную смесь является достаточно сложным технологическим процессом, который зависит от состава смеси, ее физико-механических свойств, времени смешивания и конструкции смешивающего устройства.

Средства механизации используются на всех стадиях производства бетонных работ. Выделяются 3 основных этапа с их использованием.

Первым этапом является приготовление бетонной смеси. Технологический процесс приготовления смесей, в общем случае, включает последовательно выполняемые операции: загрузку отдозированных компонентов - заполнителей (щебня или гравия), вяжущих (цемента) и воды в смесительную машину, перемешивание компонентов и выгрузку готовой смеси. При приготовлении сухих бетонных смесей вода не добавляется.

Вторым этапом производства бетонных работ является транспортирование готовой смеси на строительную площадку. Транспортирование бетонной смеси включает в себя доставку ее от места приготовления на строительный объект, подачу смеси непосредственно к месту укладки и распределение по опалубке. Процесс транспортирования бетонной смеси должен предусматривать ее бесперегрузочную доставку от места приготовления до пункта перегрузки в бетоноприемное устройство на строительной площадке или места разгрузки транспортного средства непосредственно в опалубку бетонируемой конструкции.

При транспортировании от бетонного завода до строящегося объекта бетонная смесь должна сохранить свои свойства: однородность, нерасслаиваемость или жесткость. Однородность смеси нарушается (смесь расслаивается) в результате транспортирования по неровной дороге, при высокой скорости движения и длительном транспортировании. При расслоении смеси крупный заполнитель оседает вниз, а растворная часть и избыток воды поднимаются вверх. Расслоившуюся бетонную смесь запрещается укладывать в бетонируемые конструкции, и перед укладкой необходимо вновь ее перемешивать до однородной консистенции.

Третьим этапом использования машин для бетонных работ является укладка и уплотнение бетонной смеси. Приготовленную и доставленную на объект и к месту укладки бетонную смесь необходимо правильно уложить в конструкцию. Прием, распределение и уплотнение бетонной смеси в конструк-

ции осуществляется непрерывно, что обеспечивает контроль за состоянием и исправностью опалубки.

В некоторых случаях (устройство полов), после того как бетон затвердел до определенного состояния, производится его затирка с применением бетоноотделочных машин.

4 Машины для приготовления бетонных смесей

Смесь бетона производится смесителями — специальными установками на бетонных заводах, являющимися главной конструктивной составляющей бетоносмесительных установок. Бетонные заводы, выполняющие объемные заказы по производству смесей — полностью механизированные предприятия, процессы технологического цикла которых автоматизированы, вплоть до дозирования составных компонентов смеси и их полного перемешивания.

Широко распространены заводы-автоматы по производству бетона на основе программной системы управления, автоматически дозирующей состав и выдачу готовой смеси. Объекты строительства, использующие малые объемы бетонной смеси, взаимодействуют с местными заводами товарного бетона, когда радиус доставки смеси в автобетоновозах и самосвалах не превышает 15-20 км. Использование автобетоносмесителей, в которых сухая смесь перемешивается с водой и доводится до необходимой кондиции в процессе перевозки, позволяет перевозить ее на более значительные и экономически обоснованные расстояния.

Приготовление бетонной смеси или растворной смеси заключается в механическом перемешивании различных компонентов до однородной смеси с равномерным распределением отдельных зерен и обволакиванием их вяжущим веществом.

Для приготовления бетонных и растворных смесей применяют смесительные машины, основным узлом которых является смесительный барабан (чаша) определенной вместимости. Процесс приготовления смесей состоит из ряда последовательно выполняемых операций: загрузки в смесительную маши-

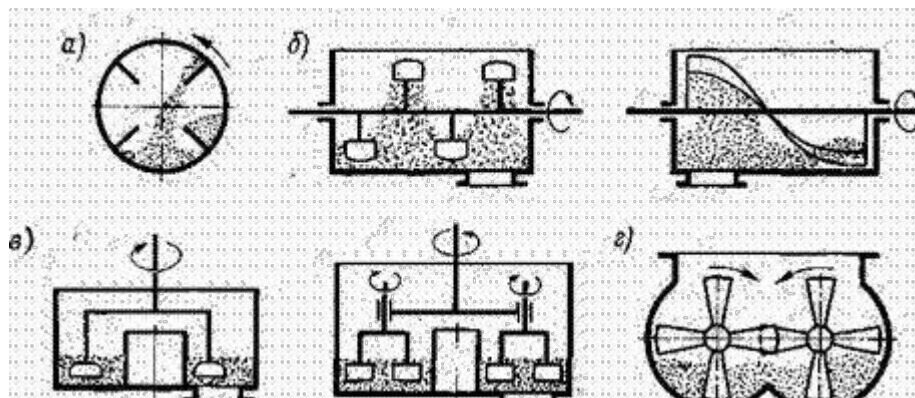
ну отдозированных компонентов — вяжущих и заполнителей, перемешивания компонентов с добавлением определенной дозы воды и выгрузки из машины готовой смеси бетона или раствора.

Смесительные машины классифицируются по следующим признакам:

- 1) по назначению — бетоносмесители для приготовления бетонных смесей и растворосмесители для приготовления растворных смесей (строительных растворов);
- 2) по способу перемешивания материалов в смесительном барабане — с перемешиванием при свободном падении материалов (гравитационные) и с принудительным перемешиванием;
- 3) по характеру работы — периодического (циклического) и непрерывного действия;
- 4) по форме смесительного барабана — с грушевидным, двухконусным, чашевидным и корытообразным с лопастными горизонтальными валами барабаном;
- 5) по способу установки — передвижные и стационарные;
- 6) по способу разгрузки — при помощи лотка, вводимого в барабан (бетономешалки с горизонтальным барабаном); опрокидыванием барабана: наклоном барабана (бетономешалки стационарные с двухконусным барабаном); через боковой или донный люк.

В зависимости от видаготавливаемой смеси смесители подразделяют на растворосмесители — для приготовления штукатурных, кладочных, отделочных и других растворов и бетоносмесители — для приготовления бетонных смесей: обычных, сухих, керамзитобетонных, ячеистых, особо тяжелых и других.

Перемешивание при свободном падении материалов производится во вращающемся относительно горизонтальной или наклонной оси барабане, на внутренней поверхности которого укреплены лопасти. Лопасти непрерывно захватывают, поднимают и сбрасывают вниз потоки компонентов смеси, при столкновении которых происходит смешивание (рисунок 1, а).



а) гравитационный смеситель; б) горизонтальный лопастной вал; в) ротор с лопастями; г) два горизонтальных лопастных вала

Рисунок 1 – Схемы перемешивания материалов в смесительных машинах

Частота вращения барабанов гравитационных смесителей не превышает 20 оборотов в минуту во избежание возникновения больших центробежных сил, препятствующих свободной циркуляции потоков смеси внутри барабана.

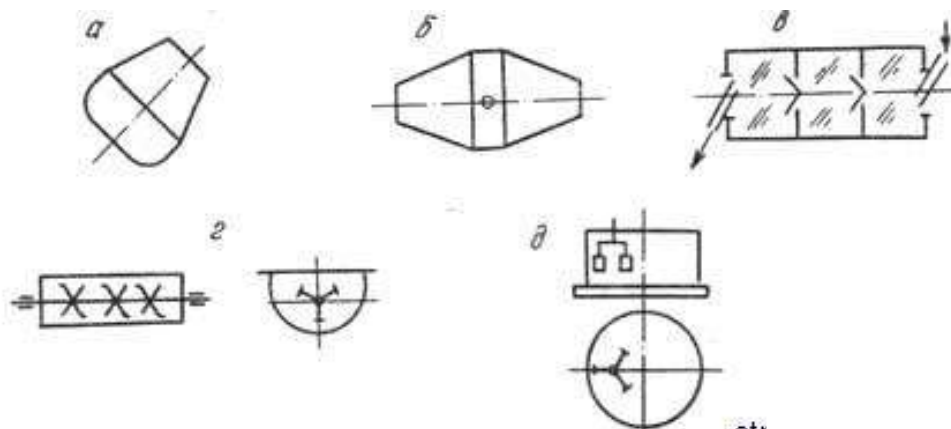
Принудительное перемешивание материалов производится лопастным валом (рисунок 1, б), ротором с лопастями (рисунок 1, в), двумя лопастными валами (рисунок 1, г), вращающимися в неподвижном барабане или чаше.

В смесительных машинах периодического действия загрузка компонентов, их перемешивание и выгрузка готовой смеси производятся определенными порциями. Очередная порция компонентов загружается в смеситель после того, как из него будет выгружена уже приготовленная порция растворной или бетонной смеси.

В смесительных машинах непрерывного действия поступление компонентов в смесительный барабан, их перемешивание и выгрузка готовой смеси производятся одновременно и непрерывно.

Основным параметром смесительных машин **циклического** действия является объем готовой смеси, получаемый за один замес, а машин непрерывного действия — часовая производительность по приготовленной смеси ($\text{м}^3/\text{ч}$).

Различные формы смесительных барабанов представлены на рисунке 2.



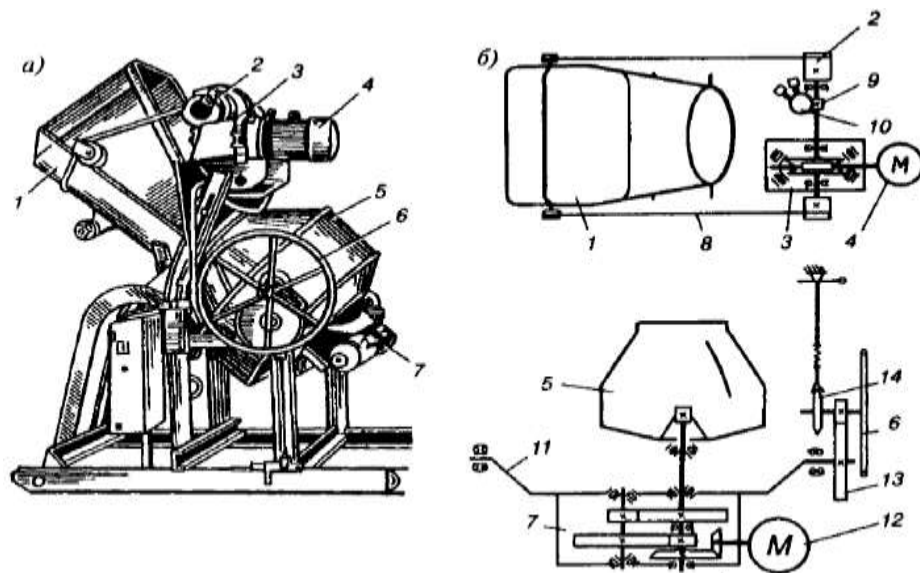
а) грушевидная; б) двухконусная; в) цилиндрическая; г) корытообразная;
д) чашеобразная

Рисунок 2 – Формы смесительных барабанов

Передвижные бетоносмесители (рисунок 3) используются для небольших объёмов работ на рассредоточенных объектах или при возведении линейно-протяженных объектов. Они очень мобильны и имеют ёмкость готового замеса малых и средних размеров. Выпускаются вместимостью 65, 100 и 165 литров по объёму готового замеса бетонной смеси.

Стационарные принудительные бетоносмесители (рисунок 4) отличаются большой массой. Устанавливаются на постоянной основе или на довольно продолжительное время. Применяются преимущественно в составе бетонных узлов, смесительных блоков, бетонных заводов. Позволяют получать более однородную по своему составу смеси. По сравнению с передвижными стационарные бетоносмесители имеют большую производительность.

Отличаются высокой универсальностью: производят легкие бетоны с большим количеством добавок, подвижные и жесткие формовочные бетонные смеси. В своей конструкции имеют раму-станину с плоскими подошвами, подготовленными для крепления болтовым соединением, неподвижную стальную ёмкость и вращающиеся рабочие лопасти.



в)



а, в —общий вид; б-схема устройства;

1 - загрузочный ковш; 2 - подъемные барабаны; 3 - червячный редуктор;
 4 - электродвигатель; 5 - смесительный барабан; 6 - штурвал;
 7 - коническоцилиндрический редуктор; 8 - канат; 9,10 - конечные вы-
 ключатели; 11 - траверса; 12 - электродвигатель; 13 – одноступенчатый
 цилиндрический редуктор; 14 - фиксирующее устройство

Рисунок 3 – Передвижной гравитационный бетоносмеситель со скипом
 (с объемом готового замеса 165 или 330 литров)



Рисунок 4 – Стационарный бетоносмеситель принудительного действия

Бетоносмесители гравитационные циклического действия (БГЦ) (рисунок 5)

По форме и конструкции смесительного барабана их подразделяют:

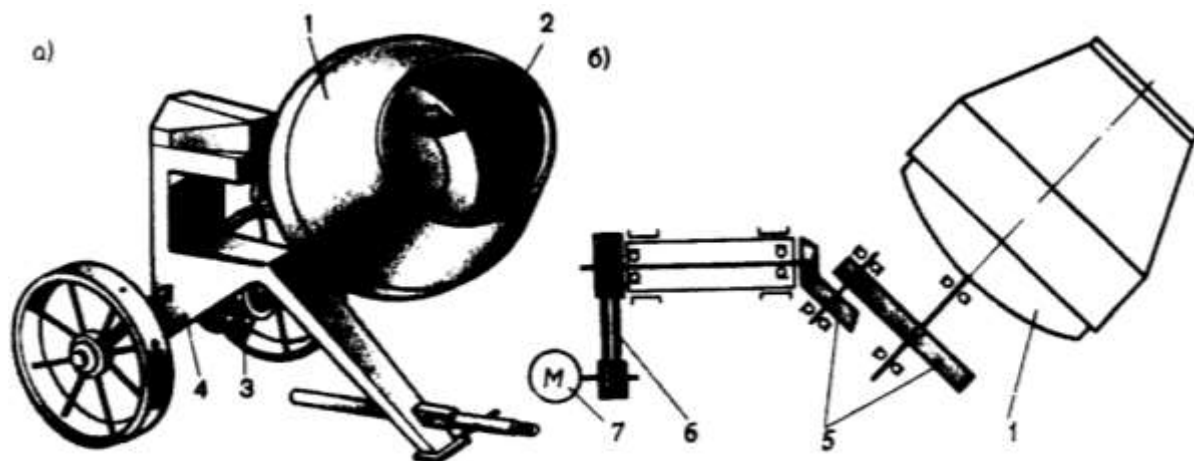
- 1) с поворотным смесительным барабаном грушевидной формы, у которого загрузка составляющих и выгрузка бетонной смеси осуществляется с одного открытого торца (рисунок 6);
- 2) с поворотным двухконусным барабаном, у которого загрузка и выгрузка выполняются с одного или двух торцов барабана;
- 3) с неповоротным реверсивным барабаном грушевидной формы, у которого загрузка и выгрузка производятся с одного торца барабана



Рисунок 5– Бетоносмеситель циклический гравитационный на раме с гидравлическим скипом

Преимущественное распространение получили опрокидываемые гравитационные смесители. Неповоротные реверсивные смесители применяют только для комплектования автобетоносмесителей.

В гравитационных бетоносмесителях достигается хорошее смешивание подвижных бетонных смесей, но не обеспечивается достаточная однородность жестких бетонных смесей.



в)



а, в - общий вид; б – кинематическая схема;

1 - грушевидный барабан; 2 - лопасти; 3 - рама привода; 4 - рама с колесным ходом; 5 - цилиндрикоконический редуктор; 6 - клиноременная передача;
7 - двигатель

Рисунок 6 – Передвижной гравитационный смеситель (объем 65 литров)

Главным параметром смесителей является их производственная ёмкость (объем по загрузке) - суммарный объем загружаемых сухих компонентов:

$$Q_{\text{пр}} = QK_{\text{об}} ; \quad (1)$$

где Q – геометрическая емкость барабана, л;

$K_{\text{об}}$ – объёмный коэффициент его заполнения

Качество бетона контролируется освидетельствованием конструкций в натуре; проводятся испытания на прочность высверленных кернов; образцов, изготовленных на месте, выдержанных в условиях твердения смеси. Некоторые испытания проводятся с целью определения водонепроницаемости и морозостойкости.

Степень уплотнения также проверяется. Осуществляется данное испытание методом применения гамма-излучения кобальта радиоактивного — поглощение дает нужную информацию о степени плотности. Прочность, однородность и плотность бетона определяются по скорости прохождения ультразвукового импульса и др.



Рисунок 7 – Автобетоносмеситель с самозагрузкой

Автобетоносмеситель с самозагрузкой (рисунок 7) используется практически на всех видах оборонного и гражданского строительства, в том числе при

постройке аэродромов, бункеров, мостов, железнодорожных путей, дорог, жилых и производственных зданий и т.д.

Автоматический самозагружающийся бетономеситель представляет собой компактное устройство на специальных шасси. На них находится цилиндр для замешивания раствора, ковш для погрузки. Выделяют следующие технические характеристики бетономешалок:

- размеры агрегата – около 150-200 л.
- скорость — до 15 км/ч.
- производительность – до 150 м³/ч.

Подготовка бетона полностью автоматизирована. Пропорции компонентов устанавливаются и регулируются электронно-вычислительной системой. Однако необходимо привлечение к работе оператора, который будет следить за процессом и выполнением задач;

- для контроля погрузки, смешивания, транспортировки и разгрузки материалов достаточно одного оператора;
- время замешивания раствора – 20 минут.

5 Машины для транспортирования бетонных смесей

При доставке бетонной смеси на объекты незначительной удаленности от завода-изготовителя применяются ленточные транспортеры, бетононасосы, автосамосвалы и автомобили с бадьями, выгружающими бетонную смесь непосредственно в конструкцию или в бадьи поворотные, которые подаются стреловыми кранами к месту доставки. При строительстве гидросооружений и мостов используют кабель-краны.

Бетононасосы делают возможной подачу бетонной смеси в горизонтальной плоскости на расстояние до трех сотен метров, по вертикали — до сорока метров. Бетононасосы перекачивают смесь с заполнителем крупностью фракции не более 0,33 от диаметрального сечения бетоновода и типа заполнителя (щебень или гравий). С развитием инфраструк-

туры автоматизированных заводов бетона товарных кондиций, количество установок, производящих менее качественную и более дорогую продукцию, со временем уменьшается.

Для транспортирования товарных бетонных и растворных смесей на расстояния более 10 километров от смесительных установок и заводов на строительные объекты применяют специализированные автотранспортные средства на базе шасси грузовых автомобилей — авторастворовозы, автобетоновозы и автобетоносмесители, оснащенные технологическим оборудованием для предотвращения потерь и сохранения качества смесей в пути следования.

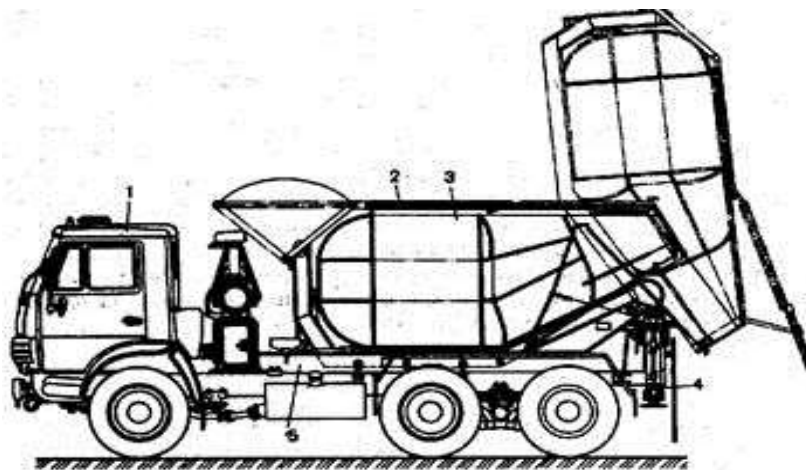
В некоторых случаях жесткие смеси перевозят в специально оборудованных автосамосвалах. На крупных стройках смеси перевозят в бункерах, бадьях, контейнерах, установленных в кузовах автомобилей или на железнодорожных платформах. Транспортирование смесей к месту укладки на небольшие расстояния во внутрипостроечных условиях осуществляется наиболее эффективно средствами трубного транспорта: бетоно- и растворонасосами, бетоно- и растворонагнетателями. При транспортировании по трубам обеспечивается непрерывность перемещения смеси в горизонтальном и вертикальном направлениях, сохраняется качество смеси и сводятся к минимуму ее потери. Трубный транспорт позволяет доставлять смеси в труднодоступные места и вести работы по их укладке в стесненных условиях.

На качество смесей, перевозимых специализированным автотранспортом, влияют продолжительность перевозки, температура смеси и окружающей среды, состояние дорожного покрытия.

Автобетоновозы применяют для перевозки товарных бетонных смесей на расстояния 5-10 километров. Рабочим органом автобетоновозов является опрокидываемый кузов каплеобразной формы с высокими бортами, наклоняемый назад гидроподъемником при разгрузке на угол до 90°. Автобетоновозы оборудуются устройствами для промывки кузова, обогрева кузова выхлопными газами, встряхивания кузова при разгрузке. Главным параметром автобетоновозов является полезная вместимость кузова (объем перевозимой бетонной смеси,

м³). Современные автобетоновозы конструктивно подобны и максимально унифицированы.

Автобетоновоз (рисунок 8) смонтирован на базе шасси автомобиля и оборудован кузовом полезной вместимостью 4 м³. Кузов наклоняется назад при разгрузке относительно опорной рамы на угол до 90° двумя телескопическими гидроцилиндрами.



1 – шасси; 2 – крышка; 3 – кузов; 4 – гидродомкрат; 5 – опорная рама
Рисунок 8 - Схема автобетоновоза

Для обеспечения устойчивости автобетоновоза при подъеме кузова машина оборудована двумя выносными опорами-гидродомкратами. Кузов сужен к разгрузочному отверстию, расположенному выше уровня транспортируемой смеси, что практически исключает потери смеси в пути. Для полной выгрузки смеси без применения ручного труда кузов снабжен встроенным вибратором с гидравлическим приводом, встряхивающим кузов в любых положениях в процессе подъема и опускания. Для предохранения перевозимой смеси от воздействия атмосферных осадков, ветра и высоких температур кузов сверху закрывается крышкой, а для предохранения смеси от воздействия низких отрицательных температур кузов имеет двойные стенки, между которыми циркулируют выхлопные газы автомобиля. Рабочий цикл по доставке смеси автобетоновозом включает в себя следующие технологические операции: загрузку готовой смеси на заводе, закрывание кузова крышкой, собственно транспортирование, выгрузку смеси путем опрокидывания кузова, очистку внутренней поверхности кузова, возврат его в исходное положение и поездку за новой порцией смеси.

Доставляемая автобетоновозами смесь разгружается непосредственно на месте укладки или в промежуточные емкости – бункеры, бады.

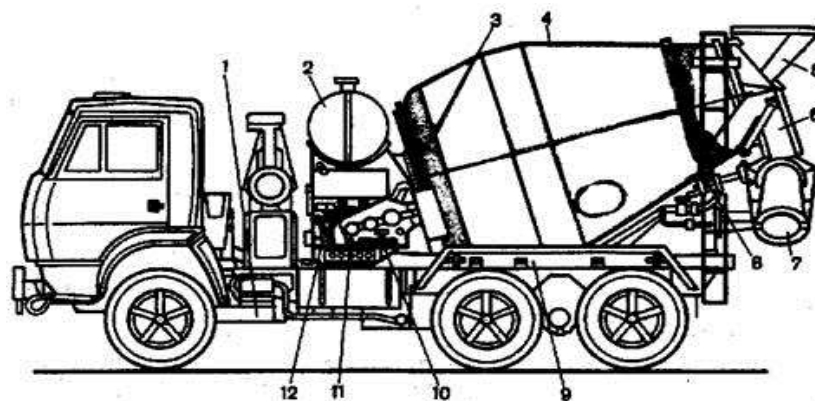
Грузоподъемность автобетоновозов 4-10 тонн, объем перевозимой бетонной смеси 2,5-4 м³, продолжительность выгрузки бетонной смеси примерно 2 минуты.

Автобетоносмесители (рисунок 9) применяют для приготовления сухой бетонной смеси в пути следования от питающих отдозированными сухими компонентами специализированных установок к месту укладки, приготовления бетонной смеси непосредственно на строительном объекте, а также транспортирования готовой качественной бетонной смеси с побуждением ее при перевозке. Они представляют собой гравитационные реверсивные бетоносмесители с индивидуальным приводом, установленные на шасси грузовых автомобилей.



Рисунок 9 – Автобетоносмеситель

Автобетоносмеситель (рисунок 10) смонтирован на шасси грузового автомобиля КамАЗ. Рабочее оборудование автобетоносмесителя включает раму, смесительный барабан с загрузочно-разгрузочным устройством, механизм вращения барабана, дозировочно-промывочный бак, водяной центробежный насос, систему управления оборудованием с рычагами и контрольно-измерительные приборы. Смесительный барабан имеет три опорные точки и наклонен к горизонту под углом 15°.



1 - шасси; 2- дозировочно-промывочный бак; 3 - механизм вращения барабана; 4 - смесительный барабан; 5 - загрузочная воронка; 6 - разгрузочная воронка; 7 - складной лоток; 8- поворотное устройство; 9-рама; 10,12 - рычаги; 11 - контрольно-измерительные приборы

Рисунок 10 – Схема устройства автобетоносмесителя

Загрузочно-разгрузочное устройство состоит из загрузочной и разгрузочной воронок, складного лотка переменной длины и поворотного устройства. Лоток может поворачиваться при разгрузке в горизонтальной плоскости на угол до 180° и в вертикальной плоскости на угол до 60° .

Автобетоносмеситель с гидравлическим приводом отличается от автобетоносмесителя с механическим приводом системой привода барабана и коробки отбора мощности, а также возможностью бесступенчатого регулирования частоты вращения смесительного барабана. Вращение смесительному барабану сообщается от реверсивного гидромотора с рабочим давлением 25 МПа через планетарный редуктор. Питание гидромотора осуществляется от регулируемого реверсивного гидронасоса, получающего вращение от коробки отбора мощности через карданный вал.

Техническая часовая производительность автобетоносмесителя ($\text{м}^3/\text{ч}$) определяется по формуле:

$$П_T = \frac{60VK_{об}K_{вых}}{T_{ц}}, \quad (2)$$

где V - вместимость барабана, м^3 ;

$K_{об}$ - коэффициент использования геометрического объема, представляющего отношение объема сухих составляющих, загружаемых в барабан, к геометрическому его объему;

$K_{вых}$ - коэффициент, характеризующий выход смеси и определяемый отношением ее объема к объему сухих составляющих (при перевозке готовой бетонной смеси принимают равным единице);

$T_{ц}$ - продолжительность цикла автобетоносмесителя, мин, определяется по формуле:

$$T_{ц} = \frac{60L(V_{гр} + V_{пор})}{(V_{гр}V_{пор})} + t_з + t_p + t_{п}, \quad (3)$$

где L - дальность перевозки смеси, км;

$V_{гр}$ и $V_{пор}$ - скорость движения автобетоносмесителя в груженом и порожнем состояниях, км/ч;

$t_з$ - продолжительность загрузки барабана сухими составляющими, мин;

t_p и $t_{п}$ - продолжительность разгрузочных и промывочных операций, мин.

Автобетононасосы предназначены для подачи свежеприготовленной бетонной смеси с осадкой конуса 6-12 сантиметров в горизонтальном и вертикальном направлениях к месту укладки при возведении сооружений из монолитного бетона и железобетона.

6 Оборудование для подачи, распределения и укладки бетонной смеси

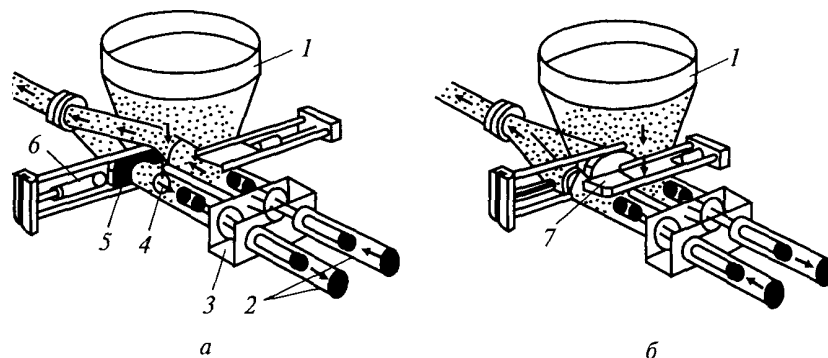
Бетононасосные установки представляют собой комплекты устройств для транспортирования бетонных смесей по трубам к месту укладки и их распределения. В состав установки входит собственно бетононасос, комплект бетоноводов и распределительные механизмы — манипуляторы. Подача бетонной смеси по трубам нагнетателями позволяет исключить ручной труд при приеме, перемещении и укладке смеси, сохранить ее качество и исключить потери, повысить в 2-3 раза производительность труда и снизить стоимость бе-

тонных работ. К *достоинствам* этого способа транспортирования бетонной смеси относятся: возможность подачи смеси в малодоступные и практически недоступные при других способах места.

Бетононасосный транспорт относится к наиболее прогрессивному способу подачи и укладки бетонной смеси в построечных условиях. Его рекомендуется применять для любых частей сооружения, расположенных как низко, так и высоко. Достоинства: регулирование интенсивности подачи бетонной смеси, исключение ее расслоения и защита от атмосферных осадков, меньшая загрязненность строительной площадки остатками смеси. К *недостаткам* относится относительно высокая стоимость оборудования, необходимость очистки и промывки транспортной системы при каждой остановке в работе на время, превышающее время схватывания бетонной смеси, необходимость высокой квалификации обслуживающего персонала.

Бетононасосы классифицируют по режиму работы (с периодической и непрерывной подачей смеси), по типу привода (с гидравлическим и реже механическим приводом), по мобильности (стационарные и передвижные).

Бетононасосы с периодической подачей могут быть *одно-* и *двухцилиндровыми*. В последнее время серийно выпускаются преимущественно двухцилиндровые поршневые бетононасосы с гидравлическим приводом. Принципиальная схема работы таких насосов представлена на рисунке 11. Каждый из двух бетонотранспортных цилиндров 4 спарен с приводным гидроцилиндром 2 так, что их поршни посажены на общий шток. Между гидроцилиндрами 2 бетонотранспортными цилиндрами 4 установлена промывочная камера, заполненная водой для очистки внутренних поверхностей бетонотранспортных цилиндров, работающих поочередно так, что при всасывающем такте одного второй совершает нагнетание.



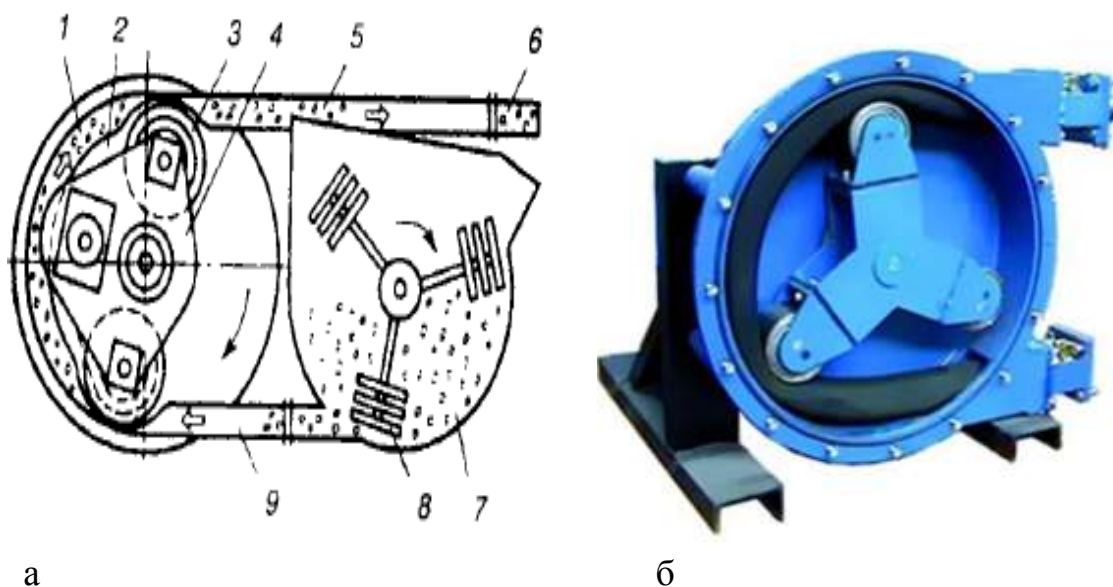
а — такт всасывания бетонной смеси в левый цилиндр и нагнетания из правого; *б* — такт всасывания смеси в правый цилиндр и нагнетания из левого.

1 - приемный бункер; 2 - приводной гидроцилиндр; 3 - промывочная камера; 4 - бетонотранспортный цилиндр; 5,7 - шиберные заслонки; 6 - гидроцилиндр привода шиберных заслонок.

Рисунок 11- Принципиальная схема работы двухцилиндрового бетононасоса

Различные модели двухцилиндровых бетононасосов различаются между собой, в основном, конструкцией распределительных устройств, одно из которых в виде двух шиберных заслонок 5 и 7, управляемых гидроцилиндром 6. Заслонки поочередно соединяют поршневые полости бетонотранспортных цилиндров с бетоноводом и приемным бункером 1.

В беспоршневом роторно-шланговом (перистальтическом) растворонасосе с электромеханическим приводом (рисунок. 12), два обрезиненных ролика 3 ротора 4 прокатываются по участку эластичного шланга 1, заключенному в полукольцевой насосной камере 2, и выдавливают из него растворную смесь в напорный рукав 5, соединенный с растворомодом 6. Во всасывающем рукаве 9 за счет упругого восстановления формы шлангом создается разрежение, необходимое для засасывания растворной смеси из приемного бункера 7 с лопастным смесителем 8, непрерывно перемешивающим смесь.



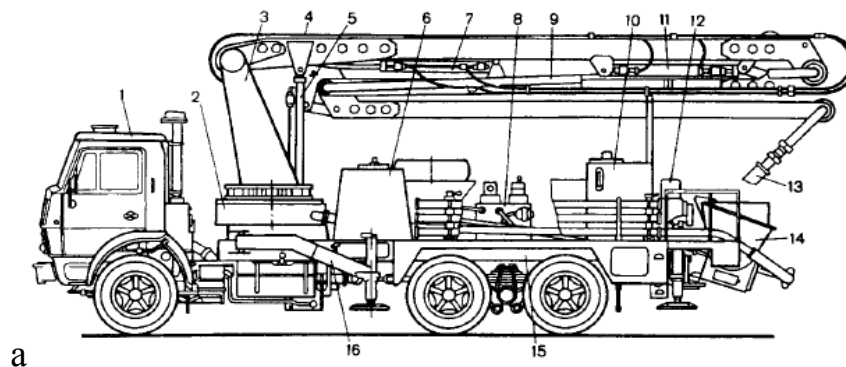
а – схема устройства; б – общий вид

- 1 - эластичный шланг; 2 - насосная камера; 3 - обрешиненные ролики;
 4 - ротор; 5 - напорный рукав; 6 - бетоновод; 7 - приемный бункер;
 8 - лопастной смеситель; 9 - всасывающий рукав

Рисунок 12 – Роторно-шланговый бетононасос

Современные роторно-шланговые растворонасосы имеют производительность от 30 до 70 м³/ч и обеспечивают подачу растворной смеси до 200 м по горизонтали и до 50 м по вертикали.

К достоинствам перистальтических насосов относятся: пониженный расход энергии вследствие равномерной подачи бетонной смеси, простое исполнение и обслуживание. К их недостаткам относятся: высокие требования к составам и подвижности перекачиваемых смесей, небольшое давление, ограничивающее дальность подачи, малый срок службы гибкого шланга на участке рабочей камеры бетононасоса. Обычно шланг заменяют после перекачки 2000-3000 м³ бетонной смеси. Преимущественная область применения перистальтических насосов — перекачивание бетонных смесей с гравийным мелкозернистым заполнителем для устройства бетонных стяжек, покрытий и т.п. в гражданском и промышленном строительстве.



а - схема устройства; б - общий вид

1 – шасси; 2 – опорно-поворотное устройство; 3 – поворотная колонна; 4 – распределительная стрела; 5, 7 и 11 – гидроцилиндры; 6 – гидробак; 8 – бетононасос; 9 – бетоновод; 10 – бак для воды; 12 – компрессор; 13 – гибкий шланг; 14 – приемная воронка; 16 – выносные гидравлические опоры

Рисунок 13 – Автобетононасос

Автобетононасосы (рисунок 13) предназначены для подачи свежеприготовленной бетонной смеси с осадкой конуса 6-12 сантиметров в горизонтальном и вертикальном направлениях к месту укладки при возведении сооружений из монолитного бетона и железобетона бетона, а также в труднодоступные места. Во время строительства многоэтажных зданий или больших промышленных предприятий, переместить бетон при помощи бетононасоса намного проще и быстрее. Максимальная длина подачи бетонной смеси 60 метров, а высота - 30 м.

Преимущества использования автобетононасоса:

1. Бетононасос помогает быстро и качественно возвести здания и сэкономить при этом время и деньги.

2. Плавная подача бетонной смеси не допускает ее утечку во время транспортировки.
3. Бетононасос – износостойкое оборудование, простой в эксплуатации.
4. Для управления бетононасосом достаточно одного человека.
5. Автобетононасосы отличаются мобильностью и высоким уровнем производительности,

В зависимости от типа передвижения выделяют: стационарный бетононасос, автомобильный бетононасос, передвижной бетононасос, мини бетононасос.

Бетононасос **стационарного** типа имеет вид прицепа с установленным на нем насосом. Его транспортировка осуществляется при помощи тягача. Преимущества: перекачивание большого количества бетона, наличие подачи как вертикальной, так и горизонтальной, более низкая стоимость, наличие магистрали. Недостатки: отсутствие быстрой транспортировки насоса, слабое выполнение маневров, обязательное наличие манипулятора.

Автомобильный бетононасос используется во время подачи бетона на труднодоступные участки строительства. Он имеет вид автомобиля, на котором установлена насосная станция с бетоноводами. Основными составляющими данного устройства выступают бетонный бункер и стрела. Стрела имеет вид трубы с несколькими подвижными коленями. Длина вылета стрелы автомобильного бетононасоса составляет от 20 до 60 метров. Это главный критерий стоимости данного устройства. Из бункера, посредством перекачивания, бетонная смесь попадает в систему труб. Конечная часть стрелы имеет гибкий рукав, который контролирует попадание бетонной смеси в конкретное место. Чтобы запустить бетононасос такого типа сначала в него заливают цементное молочко. Для работы на данном устройстве требуется два человека, один – следит за управлением и координацией стрелы, а второй занимается непосредственными строительными работами.

Передвижные бетононасосы требуют дополнительного технического оборудования для их перемещения. Они устанавливаются на шасси, и таким

образом, перемещаются по строительной площадке. Мини бетононасосы применяют во время строительства для подачи бетонной смеси в небольших количествах. Благодаря компактности мини бетононасос легко передвигается по строительному участку и подает бетонную смесь в самые труднодоступные места.

В соответствии с типом подачи бетонной смеси выделяют устройства: вакуумного, поршневого, шторочного и шибберного типа. Бетононасос вакуумного типа обеспечивает подачу топлива путем накапливания вакуума в приемной части. Поршневая система подразумевает продавливание бетонной смеси при помощи нескольких поршней. Устройства шторочного типа имеют механизм подачи, который отделен от всего устройства при помощи штор. В шибберных бетононасосах имеется шибберный узел, отделяющий устройство от механизма подачи.



Рисунок 14– Автобетононасос в рабочем состоянии

Качественное оборудование освобождает пользователя от ремонтных затрат техники. Для лета в механизме предусмотрен специальный агрегат, который остужает масло. В обслуживании бетононасосов нет трудностей, в основном, необходимо только наличие промывочного насоса для воды. Производительность автобетононасосов достигает 150 м^3 в ч. Рекомендации по эксплуатации бетононасоса.

1. Перед началом использования бетононасоса рекомендуется испытать устройство бетононасоса и комплектацию бетоновода на проверочное гидравлическое давление, указываемое в технических характеристиках прибора.

2. Чтобы промыть бетоноводную систему используют водяной насос. Приемный бункер контролирует размер исходных частиц смеси, попадающих в устройство бетоновода, и таким образом, предотвращают его забивание.

3. Чтобы правильно подобрать состав смеси, следует опробовать устройство на перекачивание различных по густоте составов. В связи с наличием специального резервуара для бетонной смеси, происходит непрерывное ее перекачивание.

4. Трасса бетононасоса устанавливается таким образом, чтобы получилось самое короткое расстояние и самое минимальное число изгибов. Нельзя устанавливать бетоноводы под прямым углом, а в случае появления вертикальных участков, следует произвести их замену наклонными (рисунок 14).

5. Перед началом подачи бетонного раствора по бетоноводу следует изначально пропустить известковый раствор, чтобы смочить внутреннюю часть бетоновода и образовать на ней смазочный слой.

6. Для распределения бетонной смеси используются несколько лотков или виброжелобов. Если в бетонной смеси присутствует заполнитель, имеющий небольшую плотность, то, в качестве распределителей, следует использовать стрелы.

7. Запрещается делать большие перерывы во время подачи бетонной смеси. Если присутствует перерыв до одного часа, то следует каждые десять минут прокачивать бетонную смесь на минимальной скорости. Автобетононасосы должны работать с автобетоносмесителями (рисунок 15)

8. Основной причиной, которая указывает на неправильную эксплуатацию бетононасоса, является появление закупорки бетоноводов. Этот процесс появляется из-за длительной задержки бетонной смеси в бетононасосе, в процессе расслаивания или частичного схватывания смеси, которая приготовлена без соблюдения правильных пропорций.

9. Если появления пробки избежать не удалось, не запускайте устройство в рабочий режим, так как это приведет к его поломке. Сначала нужно найти то место, где располагается пробка. Если она образовалась в бетоноводе, то нужно запустить бетононасос на минимальное количество оборотов. Для очистки бетононасоса используйте банники или пыжи.

10. Если бетононасос используется зимой, то бетонная смесь, которая в него попадает должна быть подогретой до температуры 25-30 °С. Перед началом работы рекомендуется утеплить бетоноводы и прогреть бетононасос с помощью пара, конденсат должен выводиться наружу.



Рисунок 15 – Автобетононасос в работе с автобетоносмесителем.

Накопительные бункера с боковой или нижней разгрузкой используют для сокращения простоев при объектных бетоносмесительных установках и времени загрузки средств при объектной подачи бетонной смеси. Их устанавливают под бетоносмесителем или вблизи бетонируемых конструкций. Из этих бункеров загружают транспортные средства для подачи смеси к местам ее укладки.

Бадьи для бетона – это емкости. Они используются для транспортировки бетона уже внутри строительной площадки и перемещаются с помощью подъемного крана. Бадья для бетона имеет форму конуса, свариваемого из листовой стали. Конус опирается на основание посредством четырех стоек, выполненных

из швеллера, к которым, в свою очередь, через пояса жесткости приварены к корпусу 4 строповочные петли.

Подбор бадьи для бетона необходимо проводить, руководствуясь несколькими параметрами. В частности, стоит обратить внимание на то, как осуществляется процесс загрузки и выгрузки раствора в бадью.

Выгрузка смеси, в том числе и порционно, осуществляется через 2-х челюстной затвор рычажного типа, установленный в нижней части неповоротной бадьи. Направление потока раствора задает раздаточное отверстие, огражденное конусообразной насадкой. Также дополнительно в комплект может быть включен направляющий лоток для раздачи в сторону.

Для небольших объемов оптимально подходят бадьи для раствора формата «башмачок» или «туфелька». При большем количестве раствора целесообразнее использовать «бункер».

Тип **«туфелька»** (рисунок 16) – располагается обычно на относительно небольшой высоте от поверхности земли. Бадья для раствора типа «туфелька» легко вращается, поскольку она снабжена поворотным механизмом. При необходимости она легко наклоняется.



Рисунок 16 – Бадья для бетона типа «туфелька»



Рисунок 17 – Самораскрывающаяся бадья

Подкрановая самораскрывающаяся бадья (рисунок 17) с полезным объемом бункера $1,5 \text{ м}^3$ в цехе по производству ЖБИ. Предназначена для подачи бетонной смеси при помощи крана к формовочной зоне.

Тип «**бункер**» (рисунок 18). Он отличается тем, что не оснащен механизмом, который обеспечивает поворот или наклон. Такой тип бункера целесообразно использовать, когда нужно смешать либо очень небольшое количество смеси, либо наоборот — большое.



Рисунок 18 – Бадья для бетона типа «бункер»

В большинстве случаев бады состоят из нескольких составных частей. Это фиксаторы, шиберы, рукоятки, а так же петли, облегчающие транспортировку. Технические характеристики бадей приведены в приложении Б.

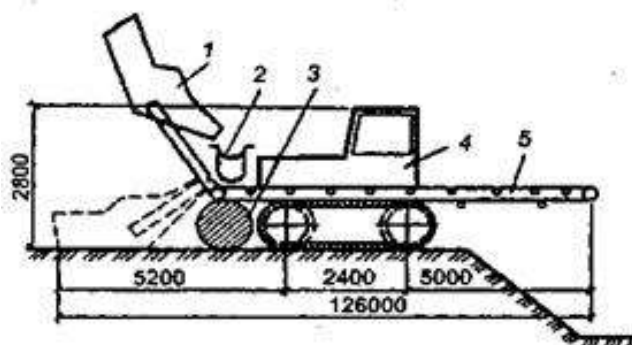
В некоторых случаях (при устройстве плит и полос на грунтовом основании, ленточных и столбчатых фундаментах, бетонируемых в распор и т. п.) смесь подают в опалубку непосредственно из автотранспортных средств без специальных бетоноукладочных устройств или с использованием неповоротных и поворотных лотков длиной от 3 до 4 м. Этот способ подачи смеси самый простой. Его недостатком является возможное расслоение бетонной смеси при скольжении по наклонной поверхности, а также при падении с большой высоты. Весьма эффективно для этих целей применять вибрационные установки, в состав которых входят виброжелоба, вибропитатели и опорные элементы. Виброжелоба с полукруглым поперечным сечением, оборудованные автономными вибропитателями, устанавливают под углом к горизонту от 5 до 20° последовательно один за другим, подвешивая их к опорным элементам на пружинных амортизаторах. Последний виброжелоб устанавливают на поворотную телескопическую стойку. Производительность виброжелобов при оптимальной толщине слоя смеси от 20 до 23 см зависит от угла их наклона и подвижности бетонной смеси и составляет от 5 до 45 м³/ч. Виброжелоба применяют также в сочетании с бетононасосами, сокращая этим объем перекладки трубопроводов в зоне бетонирования. При подаче смеси автосамосвалами с эстакад благодаря виброжелобам можно уменьшить протяженность последних.

Хобот представляет собой металлический вертикальный трубопровод, составленный из звеньев, по которым бетонную смесь подают вертикально. В поперечном сечении звенья имеют форму круга или квадрата с диаметром или стороной, размеры которых должны быть в 2,5-3 раза больше максимальной крупности щебня или гравия в бетонной смеси.

Если на строительном объекте уровень подъездных путей значительно превышает уровень блоков бетонирования, то бетонную смесь подают самотеком. При спуске с высоты до 10 м и диаметром проходного сечения 300 мм,

способного пропускать заполнитель размером до 100 мм применяют звеньевые хоботы длиной звеньев от 0,6 до 1 м. При спуске с высоты более 10 м применяют виброхоботы, представляющие собой гибкие трубопроводы из звеньев труб диаметром 350 мм с гасителями, снижающими скорость падения смеси.

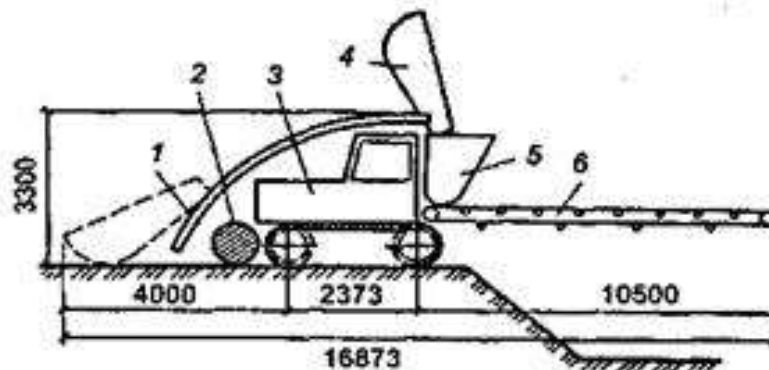
Бетоноукладчик БУ-1 (рисунок 19) смонтирован на базе гусеничного трактора. Ленточный конвейер для подачи смеси смонтирован сбоку трактора и может поворачиваться на 150° . Для приема бетонной смеси машина оснащена скиповым подъемником и вибробункером, который поднимается с помощью гидроцилиндра вибробункером. Из вибробункера смесь подают на конвейер при помощи виброжелоба. Для устойчивости бетоноукладчика трактор оборудован противовесом.



- 1 — скиповый подъемник; 2 — виброжелоб; 3 — противовес; 4 — трактор; 5 — ленточный конвейер

Рисунок 19 – Бетоноукладчик БУ-1

Бетоноукладчик БУМ-1 (рисунок 20) смонтирован на базе погрузчика Т-107. Для приема бетонной смеси бетоноукладчик имеет скиповый подъемник с направляющими и промежуточный бункер. С задней стороны к бетоноукладчику прикреплен ленточный конвейер. Подъем, опускание и поворот стрелы конвейера осуществляют с помощью привода от вала двигателя трактора. Для устойчивости бетоноукладчик оборудован противовесом.

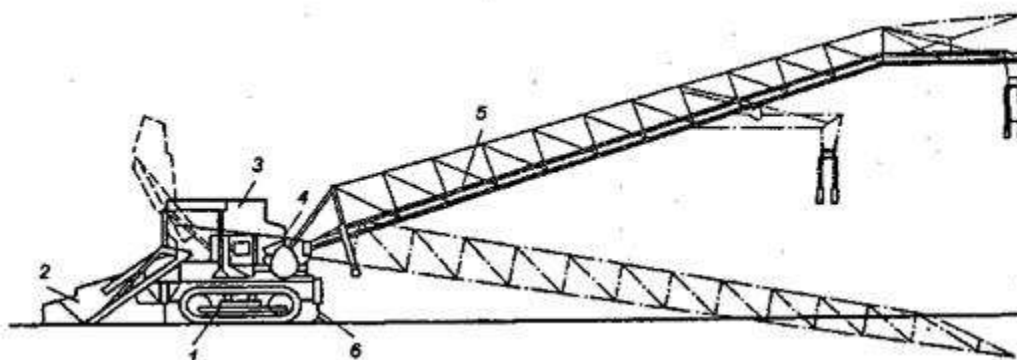


- 1 — направляющая; 2 — противовес; 3 — погрузчик;
4 — скиповый подъемник; 5 — бункер; 6 — ленточный
конвейер

Рисунок 20— Бетоноукладчик БУМ-1

Бетоноукладчик ЭМ-44 (рисунок 21) смонтирован на базе трактора. На ходовой части установлены перегрузочный бункер, промежуточный резервуар-вибропитатель, механизм поворота стрелы, стрела с ленточным конвейером, механизм подъема и опускания стрелы. Бетонная смесь с конца ленточного конвейера поступает в воронку, к которой, в зависимости от необходимости, может быть подвешен звеньевой хобот.

Стрела конвейера собирается из отдельных секций, обеспечивающих вылеты 13,3; 16,3; 18,9 и 21,9 м. При работе бетоноукладчик устанавливают на передние выносные опоры, а при вылете стрелы 21,9 м — и на задние опоры. Количество бетонной смеси, поступающей на конвейер, может регулироваться с помощью шиберного затвора.

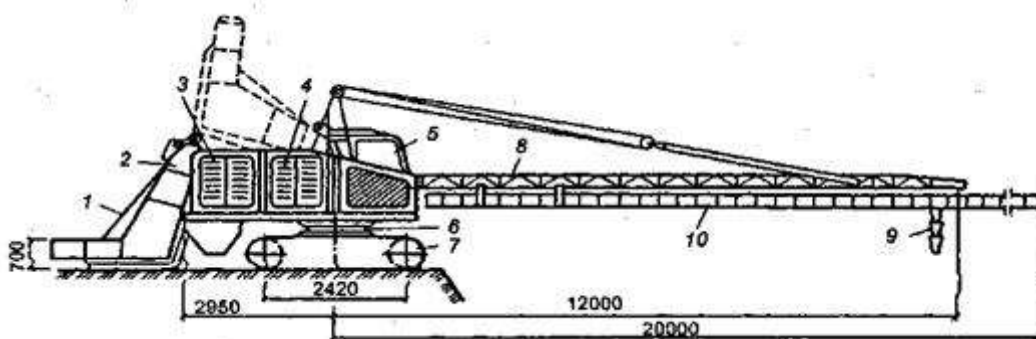


- 1 — трактор; 2 — скиповый подъемник; 3 — вибробункер; 4 — выдвижной ведущий барабан; 5 — ленточный конвейер; 6 — выносные опоры

Рисунок 21 — Бетоноукладчик ЭМ-44

Бетоноукладчик ЛБУ-20 (рисунок 22) смонтирован на гусеничном ходу экскаватора Э-303. Он имеет полноповоротную платформу, на которой расположена дизель-электростанция, главная и вспомогательная лебедки, кабина машиниста, приемный вибробункер и телескопический ленточный конвейер.

Смесь поступает в вибробункер, который поднимается с помощью гидроцилиндров. При нахождении вибробункера в верхнем положении, бетонная смесь при помощи вибратора на бункере выгружается на ленту конвейера. Для регулирования подачи смеси у выходного отверстия бункера установлен секторный затвор, приводимый от специального гидроцилиндра.



1 — приемный вибробункер; 2 — секторный затвор; 3 — дизель-электростанция; 4 — лебедки; 5 — кабина машиниста; 6 — поворотная платформа; 7 — гусеничный ход; 8 — основной конвейер; 9 — хобот; 10 — выдвижной конвейер

Рисунок 22 – Бетоноукладчик Л БУ-20

Телескопический ленточный конвейер состоит из основного и выдвижного конвейеров с реверсивным приводом ленты.

Электропитание бетоноукладчика осуществляется от дизель-электростанции или от электросети. С одной позиции бетоноукладчиком можно укладывать и распределять бетонную смесь в радиусе от 3 до 20 м с поворотом телескопической стрелы конвейера на 360° . При использовании смесей с осадкой конуса до 7 см для предотвращения расслоения следует на ленточных конвейерах обеспечить углы наклона боковых роликовых опор в пределах $35\text{—}40^\circ$.

Применение желобчатых роликовых опор концентрирует смесь в центре ленты, что позволяет увеличить высоту слоя смеси и уменьшить ее расслоение.

Оборудование бетоноукладчиков — вибробункеры и ленточные конвейеры — необходимо систематически очищать от остатков смеси и промывать. Барабаны конвейеров оборудованы эффективными очистными устройствами. В зимнее время необходимо регулярно удалять остатки смеси, не допуская примерзания их к элементам бетоноукладчика. Перед началом работ осуществляется предварительный прогрев бункеров и ленты конвейера. Бетоноукладчики (рисунки 19-22) сняты с производства.

Новейшие модели бетоноукладчиков

Развитие конструкций машин для укладки бетонной смеси идет по двум направлениям. На смену моделям, заезжающим в бетон для укладки, приходят машины с телескопической стрелой, круговым разворотом. Колесные шасси снабжены четырьмя ведущими колесами, обеспечивающими маневренность. На конце стрелы расположены распределяющая рейка, шнек, вибрирующая балка, обеспечивающие равномерную укладку бетонной смеси, его уплотнение.

Лазерные бетоноукладчики

Вторым направлением эволюции машин является лазерный бетоноукладчик для укладки бетонных полов. Ровные, прочные полы из бетона востребованы для промышленных зданий, больших складов, автомобильных терминалов, использующих тяжелую складскую технику. Так, компания Somero выпустила специальную модель «LaserScreed» (рисунок 23), предназначенную для укладки бетонных полов с прецизионной точностью. Машина укладывает до трех тысяч квадратных метров бетонного пола в сутки. Работая по лазерным уровням на стенах помещения, бетоноукладчик обеспечивает минимальное отклонение поверхности пола от горизонтали (не более 2 мм). Для увеличения прочности бетона «LaserScreed» работает в паре со спрайдером (машиной, рассеивающей на мокрый бетон сухой упрочнитель).



Рисунок 23 – Модель для укладки бетонных полов с лазерным управлением

Модели с лазерным управлением способны работать по грунтовым основаниям, формировать тонкий финишный слой (под полимерные полы) на железобетонных конструкциях. Лазерный контроль трехмерной системы профилирования управляет шнековым распределением и виброрейкой.

Для эпизодических работ покупка бетоноукладчика нерациональна. При строительстве складов, паркингов, бетонированных дорог выгодна аренда машины. Кроме экономической выгоды, ускорения работ, преимуществами аренды становятся: отсутствие эксплуатационных расходов, профессионализм операторов, отсутствие проблем при подготовке техники, рациональное планирование по времени.

7 Машины для уплотнения бетонной смеси

При укладке бетонную смесь уплотняют с целью повышения плотности. Уплотняют бетонную смесь вибрированием, сообщая ее частицам механические колебания, возбудителями которых являются *вибраторы*. При вибрировании бетонная смесь приобретает повышенную подвижность, способствующую вытеснению воздуха и заполнению всех пустот между арматурой и опалубкой. От качества уплотнения зависят прочность и долговечность сооружения..

7.1 Классификация вибраторов

В строительстве наибольшее распространение получили электрические и пневматические вибраторы с круговыми колебаниями. По сравнению с электрическими пневматические вибраторы применяются реже, так как они нуждаются в компрессорной установке и при работе издают шум. Каждый вибратор характеризуется вынуждающей силой, статическим моментом дебалансов, частотой и амплитудой колебаний. Частоту колебаний вибратора подбирают в зависимости от подвижности бетонной смеси и размера фракций ее заполнителей. Бетонные смеси с крупными фракциями заполнителей уплотняют вибраторами с низкой частотой и большой амплитудой колебаний, с мелкими фракциями — вибраторами с высокой частотой и малой амплитудой колебаний..

Продолжительность работы вибратора на одной позиции должна обеспечить достаточное уплотнение бетонной смеси; конец вибрирования определяется по внешним признакам уплотнения бетонной смеси — прекращение оседания смеси, появление цементного молока на ее поверхности и прекращение выделения воздушных пузырьков.

По способу воздействия на уплотняемую бетонную смесь различают *поверхностные, наружные и глубинные вибраторы* (рисунок 24).

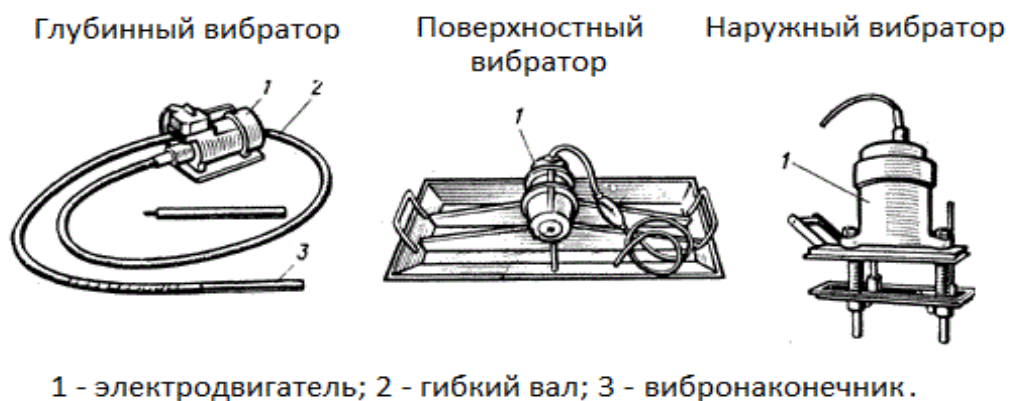
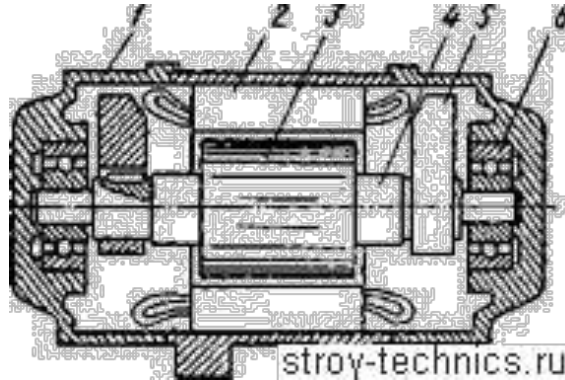


Рисунок 24 – Виды вибраторов

7.2 Конструкция вибраторов

Вибратор состоит из вибровозбудителя (вибрационного механизма) с двигателем и передачами, рабочего органа (или устройства) и амортизаторов.

Электромеханические вибровозбудители по конструктивному исполнению бывают дебалансные и планетарные.



1 — корпус вибратора, 2 — статор электродвигателя, 3 — ротор электродвигателя, 4 — вал электродвигателя, 5 — дебаланс, 6 — шарикоподшипник

Рисунок 25—Дебалансный вибровозбудитель

Дебалансный вибровозбудитель (рисунок 25) выполнен в виде одного или нескольких (до восьми) внецентренно насаженных на валу 4 электродвигателя грузов 5, называемых дебалансами.

При вращении дебалансов создаются круговые колебания (вибрация) с частотой, равной числу оборотов вала 4. Эти колебания через шарикоподшипники 6 передаются корпусу вибратора и затем бетонной смеси.

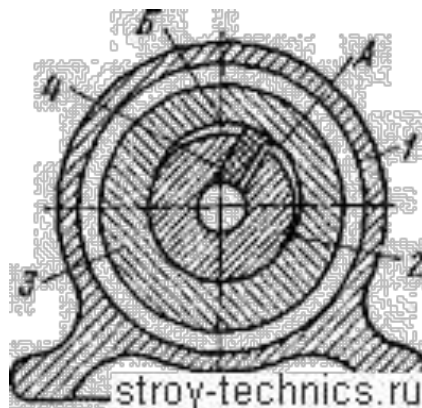
Недостаток дебалансных вибровозбудителей — недолговечность, обусловленная быстрым изнашиванием шарикоподшипников, которые работают в тяжелых условиях, особенно при большой частоте колебаний.

Колебания, возникающие из-за качания корпуса, гасятся с помощью резиновых амортизаторов, устанавливаемых на оси шарнира. Эти же амортизаторы удерживают колебания корпуса в пределах определенного угла.

По тому же принципу, что и электромеханические, работают вибраторы с двигателями внутреннего сгорания и ротационные пневматические и гидравли-

ческие вибраторы, снабженные турбинной. Вибраторы с двигателями внутреннего сгорания применяют в неэлектрифицированных районах.

Пневматический планетарный вибровозбудитель (рисунок 26) состоит из полого ротора, неподвижной оси с текстолитовой лопаткой и щитов, смонтированных в корпусе. У пневматического двигателя ротор служит дебалансом, а ось — беговой дорожкой.



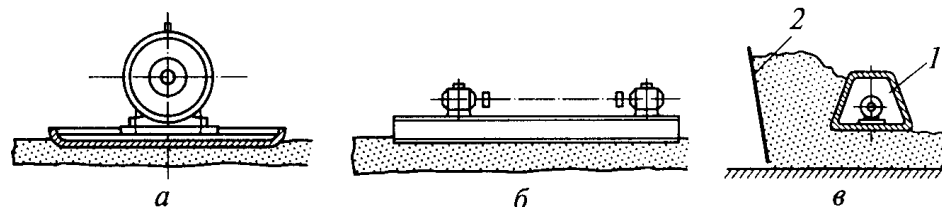
1 — корпус, 2 — неподвижная ось, 3 — ротор, 4 — лопатка; А — рабочая полость, Б — выхлопная полость

Рисунок 26—Пневматический планетарный вибровозбудитель

Лопатка, помещенная в продольном пазу оси, разделяет камеру на рабочую и выхлопную полости. Сжатый воздух по шлангу поступает сначала в рабочую полость Л через отверстие в оси, затем в выхлопную полость Б и через боковые отверстия в щитах, расположенных в торцевых частях вибровозбудителя, идет на выхлоп.

При работе пневматический планетарный вибратор возбуждает две частоты: высокую за счет планетарной обкатки и низкую за счет вращения ротора, выполненного неуравновешенным относительно собственной оси.

Поверхностные электрические вибраторы (рисунок 27) передают колебания уложенной массе бетона через корытообразную прямоугольную площадку (площадочные вибраторы), удлиненную балку-рейку (виброрейки) и вибронасадок



a — площадочный вибратор; *б* — виброрейка; *в* — вибронасадок

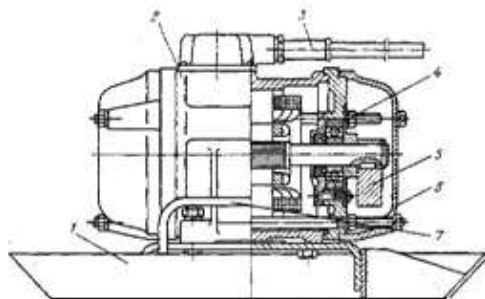
Рисунок 27– Схемы оборудования для поверхностного уплотнения бетонных смесей

Площадочный вибратор представляет собой стальную плиту с закрепленным на ней вибровозбудителем. На **виброрейке**, имеющей более удлиненное основание, устанавливают несколько вибровозбудителей, соединенных между собой валами. Для уплотнения смесей на вибропрокатных станах и при стендовом способе производства железобетонных изделий используют **вибронасадки**, уплотнение смесей которыми сочетает в себе два способа — *объемный* и *поверхностный*. Вибронасадки приводятся в действие вибровозбудителем общего назначения. Смесь в вибрируемом бункере 2 подвергается объемному уплотнению и в состоянии текучести поступает под заглаживающую часть вибронасадки 1 для поверхностного уплотнения.

Вибраторы перемещают по уплотняемой поверхности в процессе работы вручную с помощью гибких тяг. Их применяют при бетонировании неармированных или армированных одиночной арматурой перекрытий, полов, сводов, дорожных и аэродромных покрытий, откосов каналов и других конструкций толщиной не более 0,25 м, выполняемых в монолите. В качестве вибровозбудителей поверхностных вибраторов применяют однофазные электрические дебалансные вибраторы общего назначения с круговыми колебаниями и встроенным электродвигателем.

Вибратор ИВ-91 (рисунок 28) состоит из рабочей площадки размерами 550x1050 мм и установленного на ней электродвигателя 2 мощностью 0,6 кВт. Вал электродвигателя снабжен двумя дебалансами 5, при вращении которых возникает вынуждающая сила колебаний величиной до 8,00 кН. Колебания от

дебалансов через рабочую площадку передаются бетонной смеси. Масса вибратора 60 кг., напряжение 36 В.



1 — рабочая площадка, 2 — электродвигатель, 3—токоподводящий кабель, 4 — шарикоподшипники, 5 — дебаланс, 6 — корпус, 7—ручка

Рисунок 28 –Поверхностный площадочный вибратор

Наружные вибраторы (рисунок 29) передают колебания уплотняемой смеси через опалубку или форму, к которым прикрепляются снаружи с помощью специальных крепежных устройств. Такие вибраторы применяют при бетонировании тонких густоармированных и высоких монолитных сооружений, изготовлении различных элементов сборных железобетонных конструкций — колонн, балок. Их используют также для побуждения выгрузки сыпучих и вязких материалов из воронок, бункеров, бадей и лотков. В качестве наружных вибраторов используют электрические дебалансные вибраторы общего назначения с круговыми колебаниями, электрические маятниковые вибраторы с направленными колебаниями и пневматические прикрепляемые вибраторы.



Рисунок 29 – Наружный вибратор

Глубинные вибраторы имеют рабочий орган в виде цилиндрического-вибронаконечника (рисунок 30), погружаемого в уплотняемую смесь. Такие вибраторы применяют для уплотнения бетонных смесей при укладке их в монолитные бетонные и железобетонные конструкции с различной степенью армирования (фундаменты, стены, колонны, сваи, балки), а также при изготовлении крупных бетонных и железобетонных изделий. Глубинные вибраторы выпускают с электрическим и пневматическим приводами. Они могут быть ручными (обслуживаются оператором) и навесными (подвешиваются на крюк грузоподъемного устройства).



1 — электродвигатель, 2 — гибкий вал, 3 — вибронаконечник

Рисунок 30 – Глубинный электрический вибратор

Вибровозбудитель электрических глубинных вибраторов приводится в действие через гибкий вал от переносного и располагаемого на поверхности электропривода (вибраторы с гибким валом) или от встроенного в вибронаконечник электрического или пневматического двигателя (вибраторы со встроенным двигателем). Глубинные вибраторы имеют дебалансные и фрикционно-планетарные вибровозбудители.

Глубинные ручные электрические вибраторы с гибким валом (рисунок 30) однотипны по конструкции и состоят из переносного электродвигателя с рукояткой для переноса, сменного вибронаконечника с планетарным механизмом возбуждения колебаний и гибкого вала для передачи крутящего момента от электродвигателя к шпинделю вибронаконечника.

Вибронаконечник состоит из корпуса, шпинделя, опирающегося на шарикоподшипники, дебаланса-бегунка и упругой муфты, позволяющей бегунку-дебалансу отклоняться от оси вращения шпинделя на расчетный угол. Колебания корпуса вибронаконечника создаются бегунком-дебалансом, планетарно обкатывающимся по конусной поверхности неподвижной втулки или сердечника, жестко соединенных с корпусом. Бегунок-дебаланс выполнен заодно со штангой.

7.3 Характеристика вибраторов и область их применения

Глубинные вибраторы. Применяются для уплотнения бетонной смеси в армированных и неармированных блоках массивных сооружений, фундаментах, колоннах, балках и изготовления железобетонных изделий. Широкое распространение получили электромеханические глубинные планетарные и дебалансные, а также пневматические вибраторы. Изготавливают глубинные вибраторы с двигателем, встроенным в корпус рабочей части или вынесенным из него. В последнем случае электродвигатель может быть соединен с рабочей частью жестким или гибким передаточным валом.

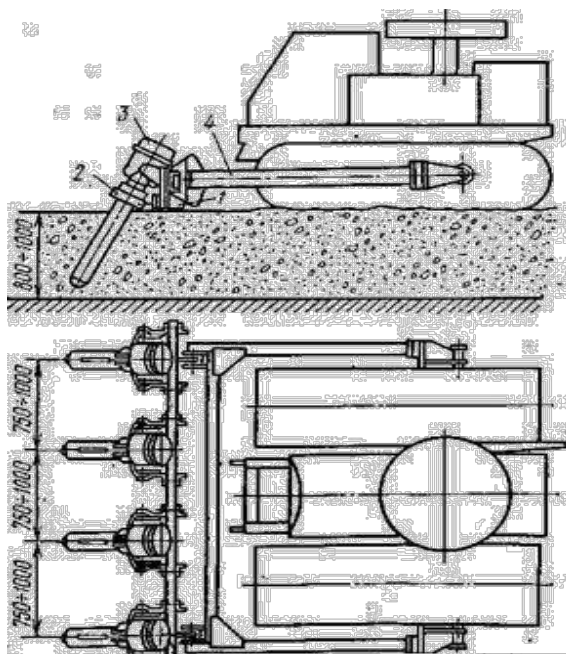
Электромеханические вибраторы. Ручные глубинные планетарные вибраторы с гибким валом ИВ-75, ИВ-66, ИВ-67 и ИВ-47 однотипны по конструкции и предназначены для уплотнения бетонных смесей с осадкой стандартного конуса 3-5 см.

Вибратор ИВ-75 служит для уплотнения бетонной смеси при изготовлении железобетонных изделий с шагом между стержнями арматуры 35—50 мм.

Вибратор ИВ-66 применяют при изготовлении густоармированных железобетонных конструкций и изделий с шагом между стержнями арматуры 40-100 мм и укладке бетонной смеси в стесненных условиях, а вибраторы ИВ-67 и ИВ-47 — при изготовлении среднеармированных и густоармированных железобетонных конструкций и изделий.

Степень уплотнения бетона в конструкции в процессе ее изготовления может быть определена: по электропроводности материала, уплотнение кон-

трольного образца бетона определяется его объемным весом или просвечиванием забетонированного элемента гамма-лучами и определением при помощи специальных датчиков уменьшения интенсивности гамма-излучений на выходе из бетона.



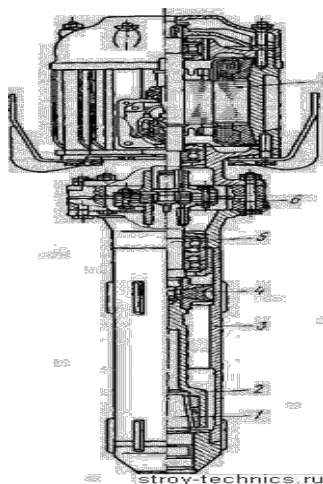
1 – резиновый амортизатор, 2 — хомут, 3 — вибратор ИВ-90, 4 — балка

Рисунок 31–Малогабаритный электрифицированный трактор М-663Б с навесным пакетом вибраторов ИВ-90

Вибронаконечник вибратора представляет собой цилиндрический корпус с втулкой, по конусной поверхности которой планетарно обкатывается бегунок-дебаланс. Упругой муфтой бегунок-дебаланс соединен со шпинделем. Конец шпинделя снабжен хвостовиком для соединения с гибким валом. Вибраторы удобны в работе, так как масса вибронаконечника, который поддерживают на руках при виброуплотнении, небольшая.

Подвесные глубинные планетарные вибраторы ИВ-90 имеют большую массу. Их подвешивают к крюку крана собранными в пакет из четырех штук или монтируют пакетом на раме малогабаритного электрифицированного трактора М-663Б (рисунок 31).

Вибратор ИВ-90 (рисунок 32) состоит из электродвигателя 7 и корпуса 3, соединенных резиновым амортизатором 6. Крутящий момент от вала электродвигателя передается дебалансу 2, колоколообразный конец которого обкатывается по внешней поверхности конического шипа (сердечника) 1, закрепленного в нижней части корпуса вибратора. Вибраторы ИВ-90 предназначены для уплотнения больших масс жесткой бетонной смеси в массивных неармированных блоках.



1 — сердечник, 2 — дебаланс, 3 — корпус, 4 — резино-металлическая шарнирная муфта, 5 — приводной шпиндель, 6 — резиновый амортизатор, 7 — электродвигатель

Рисунок 32—Глубинный вибратор ИВ-90

Ручные глубинные дебалансные вибраторы со встроенным электродвигателем ИВ-78, ИВ-79 (рисунок 32), ИВ-80 выполнены по одной конструктивной схеме. Вибратор состоит из корпуса и рукоятки, соединенных резиноканевым шлангом.

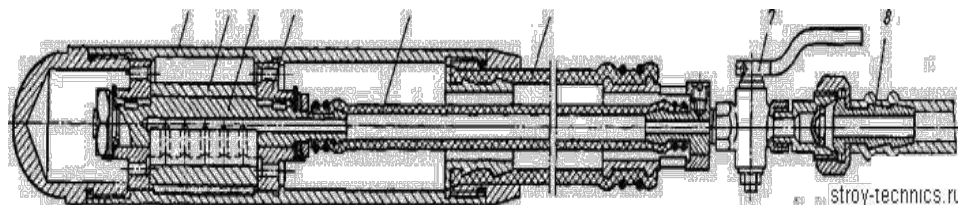
В корпусе, изготовленном из стальной трубы, помещен высокочастотный электродвигатель. Статор электродвигателя запрессован в корпусе, а обмотка его соединена кабелем 8 с выключателем. Кабель помещен внутри резиноканевого шланга, защищающего его от механических повреждений.

Вал с дебалансом установлен на двух подшипниках, воспринимающих вынуждающую силу, создаваемую дебалансом. Ротор электродвигателя помещен на валу, который одним концом опирается на дебалансный вал, другим — на подшипник. Включение и выключение вибраторов производится пакетным

выключателем 9, вмонтированным в герметичную коробку в верхней части вибратора. Электродвигатели вибраторов подключаются к преобразователям частоты тока, которые преобразуют переменный ток нормальной частоты (50 Гц) при напряжении 220/380 В переменный трехфазный ток повышенной частоты (200 Гц) при напряжении 36 В.

Ручные глубинные пневматические вибраторы ВП-1 и ВП-3 предназначены для тех же видов работ, что и глубинные вибраторы с электроприводом.

Вибратор ВП-1 (рисунок 33) и ВП-3 однотипны по конструкции. Внутри цилиндрического корпуса смонтирован планетарный вибровозбудитель — ротор-дебаланс. Воздух к каналу оси вибровозбудителя подается по внутреннему шлангу, удаление осуществляется через отверстия в щитах и далее по наружному шлангу в атмосферу.

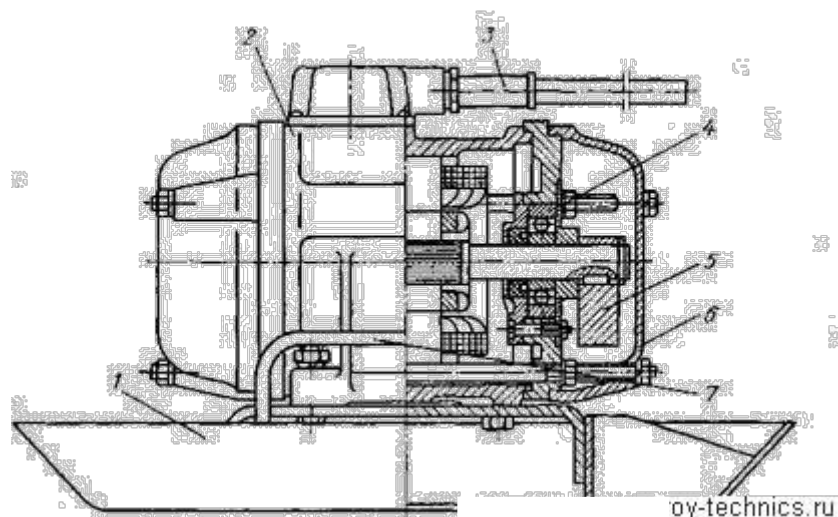


- 1 — корпус, 2 — ротор-дебаланс, 3 — ось вибровозбудителя, 4 — щит,
5 — внутренний шланг, 6 — наружный шланг, 7 — кран, 8 — штуцер

Рисунок 33—Пневматический глубинный вибратор ВП-1

Поверхностные вибраторы применяют при бетонировании неармированных или армированных одиночной арматурой перекрытий, полов, сводов, дорожных и аэродромных покрытий толщиной не более 25 см и конструкций с двойной арматурой толщиной не более 12 см.

Вибратор ИВ-91 (рисунок 34) состоит из рабочей площадки размерами 550×1050 мм и установленного на ней электродвигателя 2 мощностью 0,6 кВт. Вал электродвигателя снабжен двумя дебалансами 5, при вращении которых возникает вынуждающая сила колебаний величиной до 8,00 кН. Колебания от дебалансов через рабочую площадку передаются бетонной смеси. Масса вибратора 60 кг.напряжение 36 В



1 — рабочая площадка, 2 — электродвигатель, 3—токоподводящий кабель, 4 — шарикоподшипники, 5 — дебаланс, 6 — корпус, 7—ручка

Рисунок 34 –Поверхностный вибратор

Вакуумирование бетона в целях его уплотнения осуществляется за счет отсоса из смеси свободной, химически не связанной воды и воздуха. Одновременно уплотнения уменьшаются усадочные явления смеси, быстрее нарастает прочность бетона, повышается морозостойкость и водонепроницаемость. Прочность вакуумированного бетона по сравнению с вибрированным выше на 15-20 %. Вакуумирование бетона производят с опалубленных и неопалубленных поверхностей.

8 Оборудование для механической обработки бетонной смеси

Бетонные полы кроме высокой прочности должны иметь максимально ровную поверхность без перепадов, наплывов и трещин. Заглаживающая или затирочная машина по бетону – вертолет (рисунок 35) применяется на финишном этапе, работы выполняются по уплотнившемуся бетонному слою, набравшему определенный уровень прочности. После такой обработки покрытие пола приобретает улучшенный внешний вид, идеально гладкую поверхность и прочную монолитную основу, характеризующуюся высокой износостойкостью и

повышенным сроком эксплуатации. Заглаживание покрытия выполняется с целью дальнейшего обустройства пола разными материалами.

Бетоноотделочная машина – это машина для механизации всех операций, выполняемых при разравнивании, уплотнении и отделке (выглаживании и затирке поверхности) бетона. Наряду с отделкой поверхности эти машины придают покрытию необходимую ровность или шероховатость, требуемый поперечный профиль. Бетоноотделочная машина работает совместно с распределителями бетона или самостоятельно. Работа по разглаживанию поверхности бетона состоит из двух этапов: грубого затирания и чистого затирания.

Первый вид затирки (грубой) предполагает работу с диском непосредственно после схватывания бетонной поверхности.

Обработке при этом подвергается вся поверхность без исключения, вне зависимости от имеющихся на них неровностях. В итоге бетонное покрытие подготавливается к чистовой затирке, после которой бетонная поверхность, например пол, идеально готова к эксплуатации. Данная процедура подразумевает применение финишных лопастей. Высокая степень ровности получается за счет втирания в бетон верхних слоев стяжки. Это обеспечивает необходимую однородность, ровность и гладкость покрытия. Плюсом является и более эстетичный вид стяжки, при этом эксплуатационный срок покрытия существенно увеличивается. Использование данного оборудования позволяет забыть о необходимости использования шлифовальных машин, так как затирочное оборудование по бетону способно обеспечить отличный финальный итог.



Рисунок 35– Бетоноотделочная машина OSCAR P 600

Следует отметить, что все современные машины (затирочные) функционируют по единой схеме: при помощи движков лопасти-ножи запускаются в движение и далее частыми оборотами втирают в бетон верхние слои стяжки.

Данное оборудование современного типа удобно в эксплуатации, т.к. не требует особенных физических нагрузок, а также навыков. Отличительными особенностями, которыми обладает каждая затирочная машина по бетону — являются мощность, ширина захвата, модификация двигателя.

По виду ходового оборудования различают бетоноотделочную машину на рельсовом ходу и на гусеничном. Бетоноотделочная машина на рельсовом ходу имеет в качестве базы рельсы и может совершать несколько проходов по одному и тому же месту. Бетоноотделочная на гусеничном ходу (бетоноукладчики со скользящими формами) представляют собой однопроходные машины, оснащенные следящими системами для выдерживания курса и отметок продольного и поперечного профилей. В зависимости от конструкции распределителей и состава бетонной смеси бетоноотделочные машины выпускаются с различными рабочими органами.

По числу рабочих органов различают бетоноотделочные машины: с 4 рабочими органами — лопастным валом (или разравнивающим брусом), вибрационным уплотняющим брусом, выравнивающим брусом и затирочной лентой; с 3 рабочими органами — распределителем, уплотняющим вибробрусом и выравнивающим брусом; с 2 рабочими органами — дозирующим и разравнивающим отвалом и уплотняющим брусом; с 1 рабочим органом (прецизионные финишеры), имеющие для обеспечения ровности чистовой отделки покрытия продольный выравнивающий брус или 2-отвальный выравнивающий брус.

Уплотнение бетонной смеси осуществляется бетоноотделочными машинами всех типов вибрационным методом. Возбудителями колебаний служат дебалансные механические или электромеханические одночастотные вибраторы, установленные на уплотняющих брусках этих машин. Отличительной особенностью некоторых бетоноотделочных машин является установка приемного бункера, в который бетон поступает из дорожных гусеничных бетоносмесите-

лей. Другой особенностью является автоматическое выдерживание заданного курса движения машины в процессе работы.

Имеется тенденция объединить бетоноукладчики и бетоноотделочные машины в единый самоходный агрегат со скользящими формами (рисунок 36). Введение гидропривода в конструкцию бетоноотделочных машин на гусеничном ходу с передачей и также функций распределителей позволяет улучшить их показатели.



Рисунок 36 – Бетоноукладчик на гусеничном ходу

Работа затирочных машин осуществляется по следующему принципу: двигатель, закрепленный на раме, с помощью редуктора вращает заглаживающий инструмент, а оператор равномерно перемещает затирочную машину по всей обрабатываемой площади. На первом этапе, когда бетонная смесь схватилась, но еще пластична, затирка осуществляется бетоноотделочными дисками. Как правило, этот момент определяется опытным путем, когда бетон уже может выдерживать вес человека и глубина его следа на поверхности не превышает 0,5 см. После затирки дисками, обработка основания осуществляется лопатками (бетоноотделочными ножами). Эффективность процесса затирки зависит от массы машины, величины инструмента и скорости его вращения. Диапазон частот вращения инструмента затирочных машин, составляет 60-180 оборотов в минуту.

Затирочные машины выпускаются с одним или двумя роторами. Разнообразие диаметров рабочей поверхности дисков позволяет сделать выбор в пре-

делах от 600 до 1500 мм. Для обработки покрытия в местах сопряжения стены и пола, сконструированы кромочные затирочные машины. Они отличаются от других машин наличием подвижного, прорезиненного, защитного обода, позволяющего подводить затирочную машину вплотную к стене.

По диаметру затирочного диска, они выпускаются в версии 600 мм и на шести ножах (лезвиях). Для работы по полусухим стяжкам сконструированы легкие (по весу) и маневренные затирочные машины на дисках, основная задача которых, шлифовка и упрочнение верхнего слоя уже распределенного и выровненного бетонного состава. По системе управления машины можно классифицировать на механические (рычажные) и электрические (на джойстиках).

Однороторная затирочная машина по бетону (рисунок 35) незаменима на небольшом и среднем строительном объекте, где объем предполагаемых работ не превышает более 500 м². Однороторные заглаживающие машины отличаются, в первую очередь, невысокая цена, мобильность и универсальность. Конструктивно однороторные машины состоят из двигателя, редуктора, защитного кожуха и рукоятки управления. Защитный кожух в затирочных машинах ограждает рабочую зону лопастей, для предотвращения травм и увечий. Управление ведется оператором вручную при помощи руля, с расположенными на нем рычагами. Последние регулируют скорость вращения лопастей и выключают двигатель в экстренных случаях. Как правило, рукоятка делается складная, для удобства транспортировки и складирования.

Ширина рабочего инструмента однороторных затирочных машин составляет от 600 до 1200 мм. Управление машиной с шириной рабочего инструмента более 1200 мм представляет сложность для человека, в виду большой физической нагрузки для перемещения машины.

Двухроторные самоходные затирочные машины (рисунок 37) выполнены на сварной раме, где крепится двигатель, два редуктора с закрепленными на них затирочными ножами и кресло оператора.



Рисунок 37- Двухроторная затирочная машина MRT73

Управляющие рычаги выведены по бокам от кресла. Так же на версиях с полной комплектацией есть водяная система орошения затирочного слоя и подсветка для визуального контроля степени ровности поверхности. Двухроторные машины, как правило, выполняются с разнесенными непересекающимися областями затирки, но встречаются машины с пересекающимися зонами обработки. Такие машины целесообразно применять только для работы на последней стадии затирки, при работе на лопастях. По этой причине они не находят широкого применения, несмотря на их меньшую стоимость. Двухроторные машины классифицируются по ширине применяемого инструмента и начинают свой отсчет от 750 мм, а заканчивают шириной диска равной 15 мм, т.е. область захвата такой машины составляет более 3 метров. Наиболее распространены машины с размерами диска 900-980 мм и весом 250-350 кг.

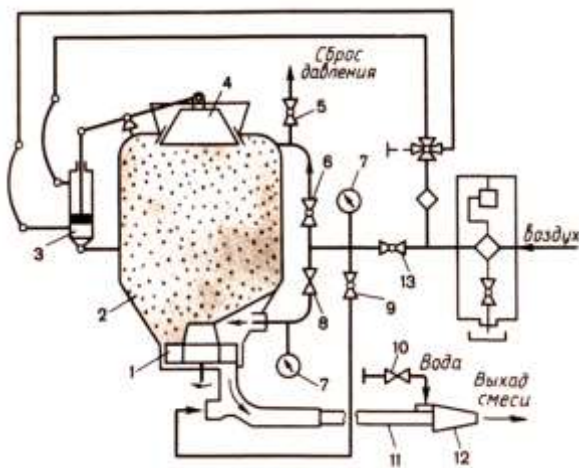
9 Машины и установки для торкретирования

Машины и установки для торкретирования применяют при отделке помещений и сооружений, подвергающихся сильному увлажнению. Их поверхности покрывают водонепроницаемым защитным слоем специальной торкретной штукатурки. Торкретная штукатурка получается набрызгиванием (торкретированием) на поверхность мелкозернистой бетонной смеси (пескобетона) под давлением через сопло или штукатурную форсунку. Смесь, вылетающая из

сопла (форсунки), с силой ударяется о покрываемую поверхность и наращивается на ней плотным слоем, который после затвердевания приобретает водонепроницаемость и повышенную механическую прочность.

Различают сухое и мокрое торкретирование. При сухом торкретировании сухая торкретная смесь подается сжатым воздухом по материальному шлангу к соплу, где затворяется водой, подводимой к соплу по водяному шлангу. При мокром торкретировании к штукатурной форсунке пневматического или механического действия подается под давлением готовая смесь. Мокрое торкретирование осуществляется пневмонагнетателями, винтовыми и поршневыми растворонасосами. Для сухого торкретирования применяют передвижные камерные установки и роторные машины.

На рисунке 38 показана принципиальная схема передвижной однокамерной торкретной установки, которая применяется для гидроизоляции поверхностей строительных конструкций и сооружений (резервуаров, тоннелей и др.), а также безопалубочного бетонирования. В комплект установки входят: рабочая камера, лопастной дозатор с приводом, механизм подъема бункера, материальный рукав с соплом, водяной и воздушный рукава, пневморазводка, пульт управления, ходовая часть с двумя пневмоколесами. Рабочий процесс установки осуществляется следующим образом: сухая бетонная смесь через приемную воронку и открытый с помощью пневмоцилиндра 3 впускной конусный клапан 4 загружается в рабочую камеру 2, куда после закрытия впускного клапана подается сжатый воздух при открытом кране 6. Одновременно приводится во вращение лопастной дозатор 1, равномерно переносящий смесь к выходному патрубку корпуса дозатора, где она подхватывается струей сжатого воздуха и переносится по материальному рукаву 11 к соплу 12, в котором смачивается водой и с большой скоростью выбрасывается на бетонируемую поверхность.



а

б

а - принципиальная схема установки, б - общий вид

1- лопастной дозатор; 2 - рабочая камера; 3 – пневмоцилиндр; 4 - впускной конусный клапан; 5 – кран; 6 – кран; 7 – манометр; 8 - муфтовый вентиль; 9 - пробковый кран; 10 – вентиль; 11 - материальный рукав; 12 – сопло; 13 – кран.

Рисунок 38 – Торкретная установка для набрызга мелкозернистой бетонной смеси

Подача сжатого воздуха к дозатору регулируется соответственно вентилем 8 и пробковым краном 9. Давление воздуха в воздушных магистралях (0,3 - 0,4 МПа) контролируется манометрами 7. Подача воды к соплу осуществляется от источника водоснабжения под давлением не более 1 МПа и регулируется вентилем 10. По окончании цикла работы подача сжатого воздуха в пневмосистему прекращается с помощью крана 13, а из рабочей камеры сжатый воздух выпускается в атмосферу через кран 5, после чего камера вновь готова к приему очередной порции смеси.

Струя смеси к торкретируемой поверхности направляется перпендикулярно. Во время работы сопло держат на расстоянии около 1 м от обрабатываемой поверхности, перемещая его по спирали. Торкретирование производят в два, три или четыре слоя толщиной по 10-20 мм; каждый последующий слой наносят после схватывания предыдущего.

С помощью установки производят также подготовку поверхности, подлежащей торкретированию. Сначала поверхность тщательно очищают от грязи и наплывов бетона сухим песком, а затем обдувают сжатым воздухом и промывают водой под давлением.

10 Техника безопасности при производстве бетонных и железобетонных работ

Мероприятия по технике безопасности предусматриваются в проектах производства работ и технологических картах на отдельные процессы (опалубочные, арматурные, укладку бетона и др.).

Общими требованиями по технике безопасности являются вопросы охраны труда рабочих, занятых при производстве бетонных и железобетонных работ.

К работе могут допускаться только рабочие, которые прослушали инструктивный курс по технике безопасности и сдали соответствующий экзамен. Инженерно-технический персонал должен быть хорошо ознакомлен с проектом работ.

Бетонщики, работающие с вибраторами, должны предварительно пройти медицинское освидетельствование, которое периодически повторяют. Рукоятки вибраторов должны быть снабжены амортизаторами, отрегулированными так, чтобы амплитуда вибрации рукояток не превышала норм для ручного инструмента.

Провода от распределительного щитка к вибраторам должны быть заключены в резиновые шланги, а корпус электровибратора должен быть заземлен. Устройства для включения вибраторов должны быть закрытого типа. Через каждые 30—35 мин вибратор необходимо выключать на 5-7 мин для охлаждения.

При появлении каких-либо неисправностей в вибраторе работа с ним должна быть прекращена. При переносе пневматического вибратора запрещается держать его за шланг. Во избежание возможного падения наружного виб-

ратора при ослаблении тисков наружные электрические и пневматические вибраторы подвешиваются на канате или на веревке.

Каждый бетонщик, работающий с электрической ручной машиной (вибратор, затирочная машина), должен знать безопасные способы работы. Бетонщики, работающие с вибраторами, обеспечиваются спецодеждой — резиновыми сапогами и перчатками.

Для защиты рабочих, работающих на подвесных подмостях по наружному периметру скользящей опалубки, устраивают козырьки, которые впоследствии используют в качестве опалубки карниза сооружения.

Ограждения рабочего пола следует устраивать высотой не менее 1,2 м, а ограждение подвесных подмостей — не менее 1,5 м. Поручни перил рекомендуется делать из досок, а ограждение должно иметь бортовые доски высотой не менее 150 мм, установленные на настиле.

Подъем опалубки должен исключать зацепление ее элементов за неподвижные конструкции (крюки подвесной опалубки перекрытия, связи стоек раскрепления и др.).

11 Контрольные вопросы

1. Какие виды машин и оборудования применяют для приготовления бетонных и растворных смесей? Приведите их классификацию.
2. Устройство смесителей циклического действия. Главный параметр и как определяется их техническая производительность?
3. Как устроены смесители непрерывного действия? Назовите их главный параметр? Как определяется техническая производительность?
4. Виды машин и оборудования для транспортирования бетонных смесей.
5. Устройство автобетоновозов.
6. Область применения и устройство автобетоносмесителей.
7. Область применения бетононасосов.
8. Состав бетононасосных установок.
9. Классификация бетононасосов. Какие из них наиболее распространены в строительстве?
10. Устройство и принцип работы двухцилиндровых бетононасосов.
11. Преимущества и недостатки способа транспортирования бетонных смесей с применением бетононасосных установок.
12. Устройство и принцип работы поршневых бетононасосов. Достоинства и недостатки.
13. Производительность поршневых бетононасосов.
14. Устройство и принцип работы перистальтических бетононасосов. Достоинства и недостатки.
15. Применение распределительных стрел. Принцип их действия.
16. Какими техническими средствами подают и распределяют бетонную смесь?
17. Охарактеризуйте подачу бетонной смеси с использованием бадей, перегрузочных и накопительных бункеров.
18. Область применения лотков, виброжелобов, звеньевых и вибрационных хоботов, ленточных конвейеров, самоходных стреловых бетоноукладчиков.

19. Производительность самоходных бетоноукладчиков.
20. Способы уплотнения бетонной смеси.
21. Классификация вибраторов для уплотнения бетонных смесей. Принцип их действия.
22. Назначение, устройство и принцип работы глубинных вибраторов.
23. Оборудование для поверхностного уплотнения бетонных смесей. Устройство и принцип работы.

Список использованных источников

1. Белецкий, Б.Ф. Строительные машины и оборудование / Б.Ф. Белецкий, И.Г. Булгакова. – М.: Феникс, 2005. – 608 с.
2. Добронравов, С.С. Строительные машины и основы автоматизации / С.С. Добронравов, В.Г. Дронов. - М.: Высш.школа, 2001. – 575с.
3. Белецкий, Б.Ф. Технология и механизация строительного производства: учебник для вузов / Б.Ф. Белецкий. Изд.3-е. - Ростов н/Д: Феникс, 2004.
- 4 Глаголев, С.Н. Строительные машины, механизмы и оборудование : учебное пособие / С.Н. Глаголев. - М. :Директ-Медиа, 2014. - 396 с. - ISBN 978-5-4458-5282-7; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=235423>.
- 5 Шестопалов, А.А. Строительные и дорожные машины: Машины для переработки каменных материалов / А.А. Шестопалов, В.В. Бадалов. - СПб : Издательство Политехнического университета, 2014. - 116 с. : схем., ил., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7422-4276-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=36305>

Приложение А
(обязательное)
Содержание бланка отчета

Пример отчета по практической работе

Машины и оборудование для бетонных работ

1. Цель работы
2. Основные виды машин для производства бетонных работ
3. Указать основные параметры машин для укладки бетонной смеси
4. Классификация оборудования по форме смесительного барабана.
5. Описание устройства и принципа работы механизмов машин и оборудования для бетонных работ. Оборудование для подачи, распределения и укладки бетонной смеси
6. Классификация и конструкция вибраторов.
7. Области рационального применения машин и оборудования различного типа
8. Устройство и принцип работы перистальтических бетононасосов
9. Подсчитать техническую производительность бетононасосов различного типа
10. Техника безопасности и средства автоматизации при выполнении бетонных работ

Приложение Б

(справочное)

Таблица Б.1 – Технические характеристики БП, БН (Бадьи и тары)

Модель	Объём, л	Грузо- подъёмность, кг	Длина, мм	Ширина, мм	Высота, мм	Масса, кг
Бадья поворотная БП (туфелька)						
БП-1,0	1000	2500	3300	1500	1000	400
БП-1,6	1600	3500	3900	1500	1000	420
БП-2,0	2000	4500	3900	1520	1150	470
БП-2,5	2500	6250	4000	2100	1140	550
БП-3,0	3000	7500	3200	2100	2100	960
БП-4,0	4000	10 000	3200	2500	2500	1040
Бадья вертикальная круглая неповоротная БН (колокольчик)						
БН-0,5 (лоток)	500	1250		1340	1270	180
БН-0,5 (воронка, лоток)	500	1120		1400	1400	200
БН-0,5 (люлька, воронка, лоток)	500	1120		1380	1420	230
БН-1,0 (лоток)	1000	2500		1340	1860	225
БН-1,0 (воронка, лоток)	1000	2400		2000	1250	250
БН-1,0 (люлька, воронка, лоток)	1000	2500		1970	1420	280
БН-1,5 (лоток)	1500	3750		1580	1930	310
БН-1,5 (воронка, лоток)	1500	3750		2040	1580	350
БН-1,5 (люлька, воронка, лоток)	1500	3750		2040	1660	380
БН-2,0 (лоток)	2000	5000		1580	2340	350
БН-2,0 (воронка, лоток)	2000	5000		2450	1580	380
БН-2,0 (люлька, воронка, лоток)	2000	5000		2450	1660	410
БН-3,0 (лоток)	3000	7500		1570	2850	550

Приложение В

(справочное)

Таблица В1 – Основные технические характеристики автобетоносмесителей

Показатель	Автобетоносмесители					
	СБ-159Б	СБ-172-1	581470	СБ-239	СБ-211	СБ-230
1 Геометрический объем смесительного барабана, м ³	8	10	12	14	14	7,5
2 Емкость смесительного барабана по выходу готовой бетонной смеси, м ³ (при объемной массе смеси, т/м ³)	4,5...5 (2,1)	5,4...5,9 (2...2,15)	7 (1,8)	8 (1,8)	8 (2)	4 (1,63)
3 Полезная грузоподъемность по бетонной смеси, т	9,3	11,62	13,25	14,4	16	6,5
4 Время перемешивания, мин.	15...20	15...20	15...20	15...20	15...20	15...20
5 Темп выгрузки, м ³ /мин	0,5...2	0,5...2	0,5...2,2	0,5...2,2	0,5...2	0,5...2
6 Высота, м:						
загрузки	3,6	3,6	3,7	3,7	3,6	3,6
разгрузки (наибольшая)	2,2	2,2	2,2	2,2	1,65	1,43
7 Базовый автомобиль	КАМАЗ-55111	КАМАЗ-55111	КАМАЗ-53229	КАМАЗ-6540	КАМАЗ-54112	МАЗ-5337
8 Масса загруженного бетоном автобетоносмесителя, т	18,9	22,2	20	27,6	32,59	16