

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Кафедра мелиоративных и строительных машин

МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОДАЧИ, УКЛАДКИ И УПЛОТНЕНИЯ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНО-
ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Для студентов специальности 1-74 06 04 – техническое обеспечение
мелиоративных и водохозяйственных работ

Горки 2003

Одобрено методической комиссией факультета механизации сельского хозяйства
2003.

Составил В. А. ДРЕМУК.

УДК 62-189.2

Машины и оборудование для подачи, укладки и уплотнения бетонных смесей: Методические указания к лабораторно-практическим занятиям / Учреждение образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»; Сост. В. А. Д р е м у к. Горки, 2003, 34 с.

Приведены основные типы и конструктивные схемы машин и оборудования для подачи, укладки и уплотнения бетонных смесей. Даны методические указания по изучению конструкции, технической эксплуатации и технике безопасности при работе.

Таблиц 1. Рисунков 24. Библиогр. 6

Рецензент канд. техн. наук, доцент М. П. ТРЕТЬЯК.

© Составление. В.А. Дремук, 2003

© Учреждение образования
«Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», 2003

1. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОДАЧИ И УКЛАДКИ БЕТОННОЙ СМЕСИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

1.1. Оборудование для порционной подачи и укладки бетонной смеси

На заводах сборного железобетона смесь транспортируют к месту ее укладки ленточными конвейерами, бадьями, самоходными бункерами и частично бетонораздатчиками.

На рис.1 показана конструкция бадьи для загрузки бетоноукладчиков и форм при изготовлении объемных элементов. Бункер 1 бадьи

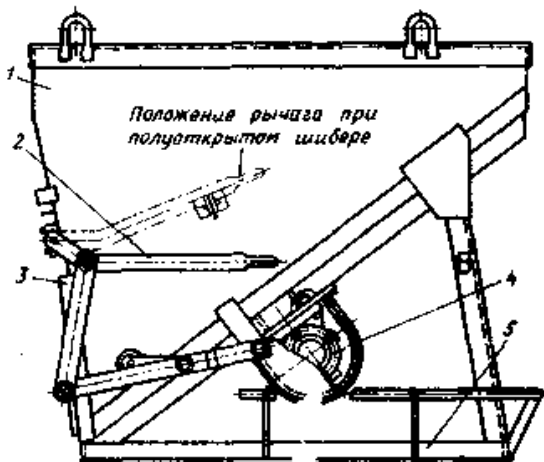


Рис.1. Бадья

установлен на раме 5 и оборудован шиберным затвором 3 с рычагом 2 для ручного управления и вибропобудителем 4. Бадья может транспортироваться на специальной тележке или мостовым краном.

Раздаточный бункер (рис.2), предназначенный для подачи бетона из бетоносмесительного отделения в формовочные цехи, имеет самоходный портал 4, на котором установлена бадья 2, и прицепную тележку 1. Бадья оборудована затвором 3 с ручным или механизированным управлением и вибропобудителем 5. Раздаточный бункер передвигается по рельсам и оснащен соответствующим приводом (двигатель – редуктор – цепная передача) ведущей пары колес.

Бетонораздатчики транспортируют и выдают бетонную смесь порциями с помощью самоходных бункеров, установленных на тележке.

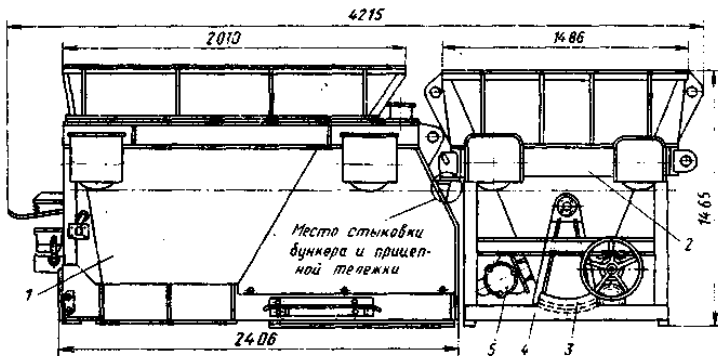


Рис.2. Раздаточный бункер с прицепом

В зависимости от уровня расположения рельсов тележки различают наземные (рельсы уложены на уровне пола), эстакадные (рельсы уложены на опорные конструкции) и подвесные (тележка перемещается по монорельсу) бетонораздатчики.

Эстакадный бетонораздатчик (рис.3, а) обычно используется для транспортировки бетонной смеси от смесительного отделения к бункерам бетоноукладчиков и состоит из бункера 1, установленного на раме 2. Привода ходовых колёс 3 и шторно-роликового затвора 8. Привод механизма передвижения включает в себя электродвигатель 6, редуктор 7 и цепную передачу 5, которая вращает ходовой вал 4 и перемещает машину по рельсам. Управление затвором раздатчика производится включением муфты 11 и перемещением по направляющим рамы затвора с помощью шестерён 10, находящихся в зацеплении с рейками 9.

Подвесной бетонораздатчик (рис. 3, б) состоит из бункера 1 с секторным затвором 2, который открывают штурвалом 3. Бункер установлен на раме 4, подвешенной к тельферу 5, который перемещается по монорельсу 6 и управляется из кабины 7. К подвесным бетонораздатчикам относятся также бадьи-бункера, подвешенные к крюку крана или установленные на транспорт с помощью опорно-подвесных металлоконструкций.

Бетоноукладчики равномерно выдают и раскладывают бетонную смесь требуемой толщины, а также с помощью дополнительных устройств разравнивают, заглаживают и уплотняют уложенную смесь. Бетонораздатчики выдают смесь, как правило, без ее разравнивания. Бетоноукладчики подразделяют на и универсальные, которые могут обслуживать формы разных размеров, и специальные – с ограниченными размерами обслуживаемых форм. Бетоноукладчик состоит из бункера, установленного на раме с приводом и питателя, расположен-

ного под бункером. Питатели могут быть ленточными, вибрлотковыми, шнековыми.

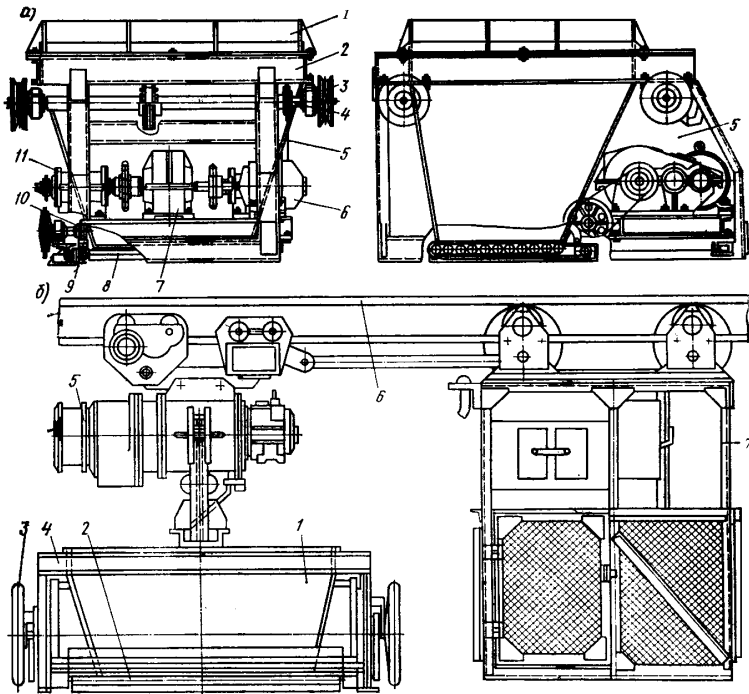


Рис. 3. Бетонораздатчики

Широкое распространение получили бетоноукладчики с ленточными питателями (рис. 4, а). Бетонная смесь равномерным слоем из бункера подается в форму ленточным питателем 1 через копильник 3, снабженный заслонкой 2 для регулирования толщины слоя. Для большей маневренности при заполнении отсеков формы в некоторых случаях ленточные питатели оборудуют дополнительной разгрузочной воронкой 4 с поворотной течкой. Для изготовления различных изделий применяют питатели с лентой шириной 200 ... 2000 мм. Скорость перемещения ленты 0,08 ... 0,25 м/с.

Вибрлотковый питатель (рис. 4, б) с электромагнитным вибровозбудителем 5 позволяет оперативно изменять производительность за

счет изменения параметров электрического тока и толщины слоя при перемещении заслонки б.

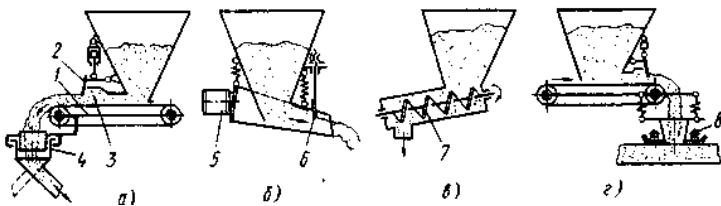


Рис. 4. Схемы питателей бетоноукладчиков: а – ленточного; б – вибротолкового; в – шнекового; г – ленточного с вибронасадком

Шнековый питатель 7 (рис. 4, в) применяется для укладки бетона при изготовлении длинномерных, узких изделий.

На рис. 4, г показан ленточный питатель, снабженный вибронасадком 8 с вибровозбудителями направленного действия.

Отдельные конструкции бетоноукладчиков оборудуют дополнительно заглаживающими устройствами реечного, дискового или валкового типа. Ширина ленты питателя принимается на 200 мм больше ширины выходного отверстия бункера. Для уменьшения сцепления смеси рабочие поверхности бункеров, заслонок, бортов и насадок облицовывают полипропиленом.

1.2. Оборудование для непрерывной подачи бетонной смеси

Непрерывная подача бетонной смеси непосредственно в формы и опалубку производится с помощью трубопроводного транспорта непрерывно действующими бетононасосами плунжерного или камерного типа или ленточных конвейеров, установленных на самоходных тележках.

Бетонораздатчик непрерывного действия (рис.5) для кассетных установок состоит из самоходной платформы с наклонной рамой, поворотного стола, консольного ленточного питателя, приводов и пульта управления. Сварная платформа 13 на рельсовом ходу перемещается вдоль эстакадного ленточного конвейера, транспортирующего бетонную смесь. Ходовые колёса 15 вращаются приводом 16. На платформе укреплена станина с вертикальными стойками 1 и наклонной рамой 2, на которой расположены дефлекторные ролики 3 и желобчатые роли-

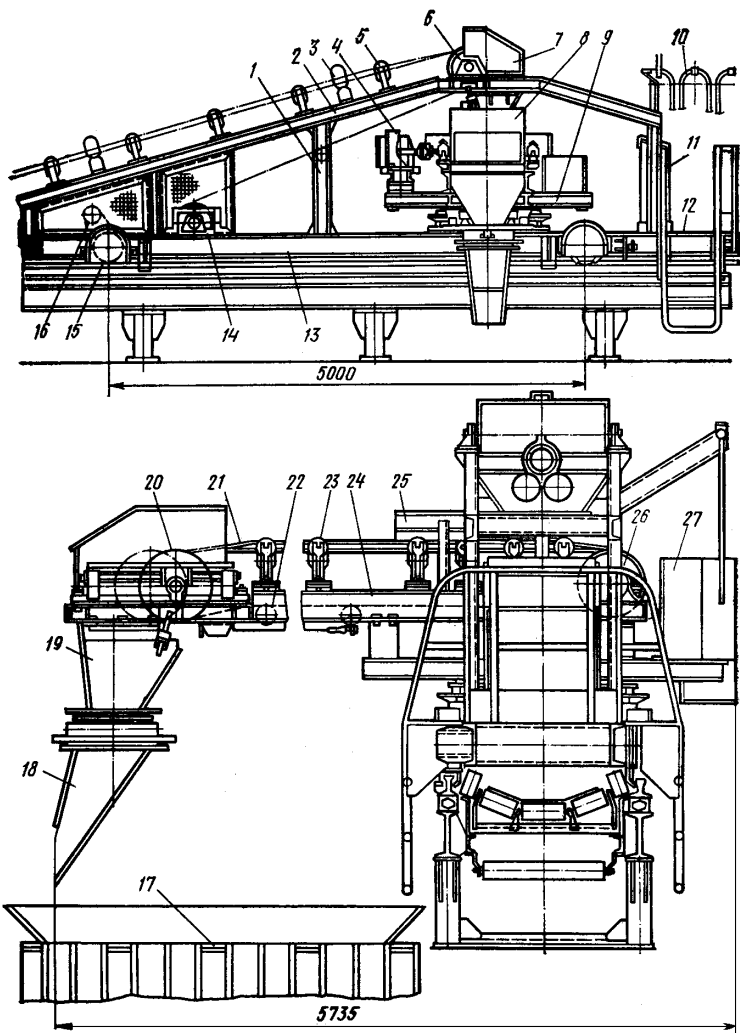


Рис. 5. Бетонораздатчик непрерывного действия кооперы 5 верхней ветви конвейера с бетонной смесью. С ленты конвейера, огибающей барабан 6, смесь поступает в разгрузочную воронку 7 консольного ленточного питателя 8, смонтированного на поворотном столе 9. С разгрузочного барабана лента переходит на нижний направляющий барабан 14, огибает его и по прямым поддерживающим

роликам платформы переходит на поддерживающие ролики эстакадного конвейера. Привод 4 ленты питателя, приводы поворотного стола и перемещения платформы получают электроэнергию по кабелю 10, а управляются с пульта 11, расположенного на площадке 12. Бетонная смесь в формы кассетной установки 17 подается ленточным питателем через разгрузочную воронку 19 и полноповоротную течку 18. Ленточный питатель состоит из рамы 24, желобчатых 23 и прямых 22 роликоопор, приводного 26 и натяжного 20 барабанов и ленты 21. Над лентой расположен приёмный лоток 25. На поворотном столе укреплен металлический ящик 27 для размещения в нём контргруза, уравнивающего ленточный питатель.

На рис. 6 показан бетоноукладчик для укладки смеси в формы шириной до 2 м и разравнивания ее при изготовлении пустотных панелей и подобных им изделий. На портале 7, снабженном механизмом 8 передвижения по рельсам, установлен бункер 1. Смесь подается в формы ленточным питателем 3 через насадок 9. Толщина слоя смеси регулируется заслонкой, управляемой пневмоцилиндром 2. Привод механизма передвижения состоит из двигателя, редуктора 5 и цепной передачи. По такой же схеме выполнен привод 4 питателя. Орошение поддона формы водой перед укладкой смеси производится разбрызгивающим устройством 6. Скорость передвижения бетоноукладчика 12...18 м/мин. Наибольшая производительность ленточного питателя составляет 2,5 м³/мин (по рыхлой смеси).

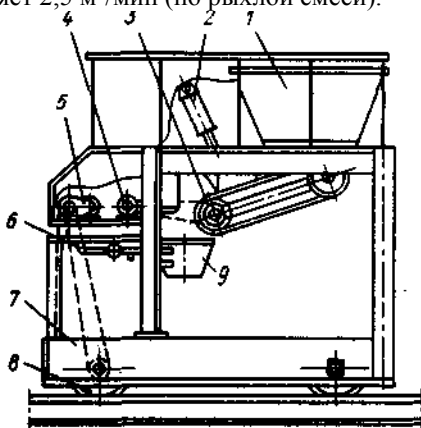


Рис. 6. Бетоноукладчик с ленточным питателем

Для послойной укладки различных по составу смесей в формы сложных очертаний применяют трехбункерный бетоноукладчик (типа СМЖ-162), схема которого показана на рис. 7. На портале 1 установ-

лены привод 2 передвижения укладчика, устройство 3 для орошения поддона водой и бункера 4, 7, которые передвигаются с помощью приводов 6 по поперечным балкам портала. Смесь в форму подается ленточными питателями 5, 8 через вибронасадки 9, снабженные механизмами 11 подъема-опускания. Для отделки поверхности изделия на бетоноукладчике смонтирован заглаживающий брус 10.

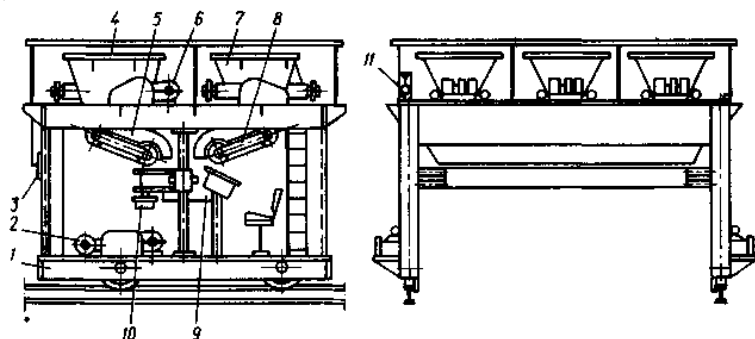


Рис. 7. Трехбункерный бетоноукладчик

Показанный на рис. 8 питатель применяют для загрузки бетонной смеси в формы при изготовлении железобетонных труб на центрифугах. Бетонная смесь из бункера 3 подается шнеком 2 на ленточный конвейер 1 и по мере перемещения агрегата, установленного на самоходной тележке 4, ровным слоем загружается вдоль формы. Питатель предназначен для загрузки форм диаметром от 1 до 1,4 м. Максимальная производительность питателя 26,4 м³/ч.

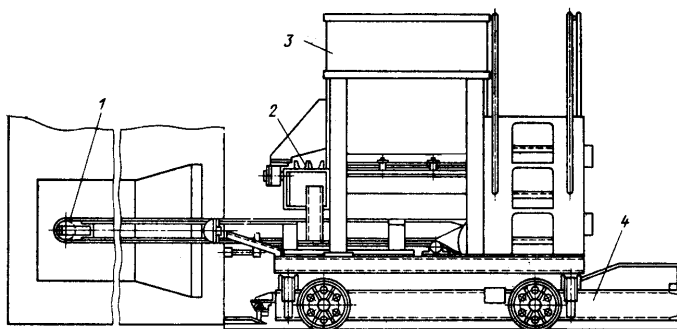


Рис. 8. Трехбункерный бетоноукладчик

2. МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ УПЛОТНЕНИЯ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

2.1. Основные способы уплотнения бетонных смесей

Процесс формования заключается в придании сырьевым смесям соответствующих форм, плотности и прочности, необходимых для последующих операций изготовления изделий. При формовании железобетонных изделий и конструкций применяют различные способы уплотнения бетонной смеси: **прессование** – воздействие на бетонную смесь значительных давлений; **центрифугирование** – воздействие на бетонную смесь центробежной силы при производстве трубчатых изделий; **вакуумирование** – отсос из бетонной смеси избыточной воды и воздуха; **вибрирование** – воздействие на бетонную смесь колебательных движений.

Наиболее распространен последний способ уплотнения. Сочетание вибрации с другими способами значительно повышает эффективность процесса уплотнения бетонной смеси. Так, сочетание вибрации с прессованием – виброштампование – используется при производстве сборного железобетона, сочетание вибрации с вакуумированием – вибровакуумирование – широко используется при возведении монолитных конструкций, а также при производстве отдельных типов железобетонных изделий.

До воздействия вибрации на бетонную смесь умеренной жидкости она представляет собой аморфную рыхлую массу. При воздействии вибрации частицы заполнителей приводятся в интенсивное движение, в результате которого происходит их взаимное перемещение, проскальзывание одних частей относительно других в объеме системы. При этом достигается значительная скорость движения каждой частицы относительно ее центра массы. При некоторой скорости сдвига частиц заполнителей наступает проявление вязких свойств (текучесть) бетонной смеси, и она, переходит в состояние «тяжелой жидкости», приобретает заданную геометрию, изделия. Такого рода вязкость называют *структурной вязкостью*. Текучесть бетонной смеси может наступить только при условии, если будут разрушены структурные связи между частицами заполнителя, т. е. структурная вязкость достигнет определенного предела, который будет зависеть от скорости деформации сдвига частиц. Эти изменения в структуре бетонной смеси называют *тиксотропными превращениями*. Структурная вязкость и

тиксотропия бетонной смеси непосредственно связаны с понижением действительного и видимого коэффициентов трения.

Бетонная смесь представляет собой трехфазную грубодисперсную систему (твердая фаза – фракции щебня или гравия и песка, жидкая – цементный раствор, газообразная – находящийся в массе смеси воздух – 10... 15% от объема смеси). Если форму с бетонной смесью привести в гармонические колебания (или погрузить в смесь вибратор), то последние передадутся частицам, соприкасающимся с излучающей поверхностью. Силами сухого трения и вязкими сопротивлениями в колебательный процесс будут вовлекаться и более удаленные частицы, при этом более массивные частицы будут иметь меньший размах колебаний и, таким образом, между частицами смеси возникнут относительные проскальзывания, скорость которых уменьшается по мере удаления от излучающей поверхности и на некотором расстоянии от последней она становится равной нулю.

Эффективность вибрации состоит в том, что частицы приводятся в движение относительно друг друга и, кроме того, возбужденные частицы развивают значительные скорости относительно своих центров масс.

С некоторым приближением можно считать, что при постоянной амплитуде колебаний вибровозбудителя силы вязкого сопротивления цементного теста растут пропорционально скорости, т. е. пропорционально частоте колебаний ω , а инерционные силы увеличиваются пропорционально ω^2 . Таким образом, абсолютные перемещения более мелких частиц уменьшаются с увеличением частоты колебаний, а это в совокупности с фазовыми сдвигами приводит к росту скорости их проскальзывания относительно окружающей среды. Этим объясняется целесообразность повышения частоты колебаний при формировании смесей с мелким заполнителем. При уменьшении силы сцепления частиц при вибрировании их силы тяжести оказываются достаточными для преодоления сил трения, т. е. происходит уменьшение кажущегося коэффициента трения.

Для каждого состава бетона существует минимальная и предельная скорость колебаний.

Некоторые значения предельных скоростей колебаний для различных бетонов приведены в таблице 1.

Эффективность уплотнения бетонной смеси зависит от размещения виброизлучающей поверхности. При размещении вибратора сверху на смеси уплотнение называют поверхностным. Если вибратор помещен в массив смеси, то уплотнение называют глубинным. Если колебания

смеси передаются через колеблющуюся форму, то уплотнение называют объемным.

Т а б л и ц а 1. **Предельные скорости колебаний для бетонов**

Частота колебаний в минуту	Скорость колебаний в см/сек для бетонов на							
	гравии			щебне			шлаке	
	При подвижности смеси, см							
	0	3	6	0	3	6	0	0,5
2000	7	5	3	15	9	3	32	15
3000	15	12	10	20	12	5	40	20
6000	25	20	15	30	15	10	50	25

Для объемного уплотнения характерны вертикально и горизонтально направленные колебания. При горизонтально направленных колебаниях перемещения частицам сообщаются за счет касательных напряжений.

Эффективным путем повышения интенсивности вибрирования является применение бигармонических колебаний и ударно-вибрационных колебаний.

В процессе уплотнения смесь разрушается и в конце его переходит в двухфазную систему (твердая + жидкая фазы), при содержании в ней воздуха не более 2 ... 3%. В результате процесса виброуплотнения тело бетона (железобетона) получает однородную плотную структуру, что обеспечивает готовым железобетонным изделиям заданные физико-механические показатели.

Рационально выбранный режим вибрирования должен оптимизировать динамическую систему, т. е. обеспечить такое ее состояние, при котором будет наименьший уровень реологических сопротивлений и энергозатрат.

2.2. Поверхностные и глубинные вибраторы

Конструкции вибраторов. Для уплотнения бетонных смесей средней подвижности толщиной до 200 мм при сооружении покрытий и в дорожном строительстве применяют площадочные вибраторы и виброрейки. Площадочный вибратор (рис.9, а) представляет собой стальную плиту, на которой закреплен вибровозбудитель. На виброрейке (рис.9, в), имеющей более удлиненное основание, можно устанавливать несколько вибровозбудителей, соединенных валами. Для уплотнения смесей на вибропрокатных станах и при стендовом спосо-

бе производства используют вибронасадки (рис.9, б). Эти устройства сочетают два способа уплотнения – поверхностный и объемный. Смесь в вибрируемом бункере 2 подвергается объемному уплотнению и в таком виде в состоянии текучести поступает под заглаживающую часть вибронасадки 1, где осуществляется поверхностное уплотнение. Вибронасадок приводится в колебания вибровозбудителем общего назначения.

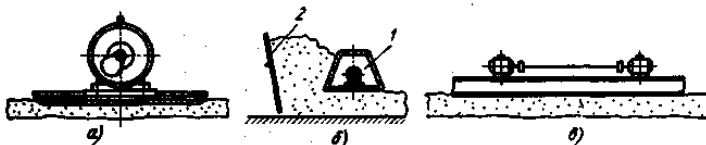


Рис. 9. Схемы машин для поверхностного уплотнения бетонных смесей:
а – площадочный вибратор; б – вибронасадок; в – виброрейка.

Классификация вибраторов. По роду движущей энергии вибраторы делятся на электрические, пневматические, гидравлические и моторные (с двигателем внутреннего сгорания).

Существуют два принципиальных типа вибрационных механизмов – возбудителей колебаний: эксцентриковый, в котором колебания создаются вращением неуравновешенной массы, и механизмы, в которых колебания создаются возвратно-поступательным движением некоторой массы. По способу передачи колебаний вибрируемой среде вибраторы подразделяются на наружные, внутренние и станковые (виброплощадки). Электрические вибраторы в свою очередь подразделяются на электромеханические, в которых двигатель вращает неуравновешенную массу, и электромагнитные, в которых магнитные силы создают возвратно-поступательное перемещение ярма вибратора.

Пневматические и гидравлические вибраторы с эксцентриковыми механизмами отличаются от электрических вибраторов тем, что в них вместо электродвигателей применяется пневматическая или гидравлическая турбина. Существуют также пневматические вибраторы, в которых под действием сжатого воздуха перемещается возвратно-поступательно специальный ударник. По форме генерируемых колебаний вибраторы делятся на вибровозбудители с круговыми или эллиптическими колебаниями (рис. 10, а и б) и направленными колебаниями, возбуждаемыми либо двухвальными механизмами (рис. 10, в), либо механизмами с маятниковой подвеской.

На рис. 11 приведены основные схемы вибраторов, сгруппированные по способу передачи колебаний вибрируемой среде.

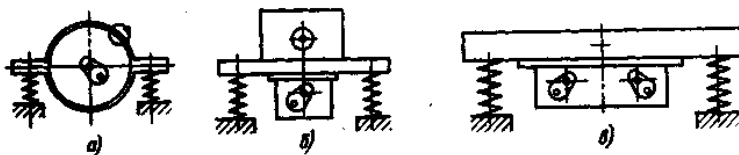


Рис. 10. Схемы механических генераторов колебаний:
 а – круговых; б – эллиптических; в – направленных прямолинейных

Тисковый вибратор представляет собой фланцевый электродвигатель на валу которого установлен дебаланс. Вибратор снабжён тисковым устройством, при помощи которого он крепится к опалубке или форме.

Бункерный также представляет собой мотор-вибратор, который используется для различных целей и, частности, как побудитель при разгрузке материалов из каких-либо ёмкостей.

Станковые вибраторы-виброплощадки также передают колебания бетону через форму. Конструктивно виброплощадки представляют собой вибрируемый элемент (раму), опирающийся через амортизаторы на основание. На подвижной раме устанавливается вибромеханизм (эксцентриковый, электромагнитный), который приводит её в колебания.

Вторая группа вибраторов передает колебания массе бетона через её поверхность. Эти вибраторы применяются для бетонирования дорожных покрытий и других конструкций, выполняемых в монолите.

По форме опорной поверхности они делятся на *площадочные*, в которых мотор-вибратор прикреплён к основанию имеющему в плане форму прямоугольника, и *виброрейки*, в которых вибратор крепится на удлинённой балке. Перемещение вибратора в процессе работы по бетонируемой поверхности производится вручную с помощью тросиков.

К этой же группе относится вибратор, предназначенный для *погрузки буттового камня* в свежеложенный бетон. Вибратор состоит из двигателя, расположенного в верхней части, и эксцентрикового механизма, вмонтированного в решетчатую плиту – основание. Двигатель вертикальным валом соединен с вибромеханизмом. К верхней части вибратора на тросах подвешен пакет пригрузочных колец. Вибратор переносится и поддерживается во время работы краном.

Внутренние вибраторы применяются для уплотнения бетона в монолитных конструкциях фундаментов, стен, колонн и других сооружениях. По уплотняющему действию они весьма эффективны.

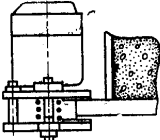
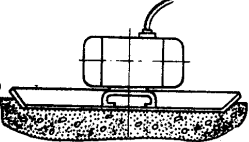
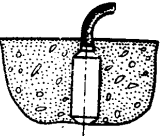
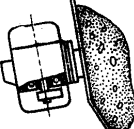
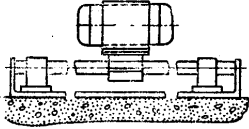
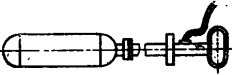
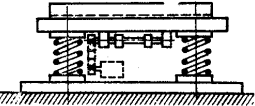
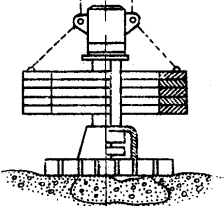
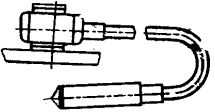

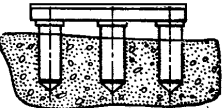
Наружные вибраторы				Внутренние вибраторы	
с перелачей колебаний через опалубку (форму)		поверхностные		наименование	схема
наименование	схема	наименование	схема		
Тисковый		Площадочный		Глубинный	
Бункерный		Виброрейка		Вибробулава	
Станковый (виброплощадка)		Вибратор для погружения камней		С гибким валом	
				Крановый	

Рис. 11. Основные схемы вибраторов

Глубинные вибраторы применяются для бетонирования густо армированных конструкций и в стесненных местах. Они подразделяются на два типа: вибробулавы и вибраторы с гибким валом.

Вибробулава представляет собой цилиндрический корпус, в который встроены электродвигатель с вибромеханизмом. Двигатель получает питание частотой тока 200 гц и напряжением 36 в.

Виброблок снабжен трубчатой штангой, к которой крепятся рукоятки. Штанга соединяется с вибратором через резиновые амортизаторы, которые смягчают колебания, передаваемые на руки рабочего.

Вибратор с *гибким валом* применяется для уплотнения бетонов в густоармированных конструкциях. Он состоит из моторной головки и вибронаконечника, соединённых гибким валом. Вибронаконечник представляет собой отрезок трубы, закрытой фланцами, в которой установлен эксцентриковый валик.

Крановые вибраторы, представляющие собой одиночный мощный вибратор или пакет вибраторов, смонтированный из нескольких внутренних вибраторов, применяется для уплотнения в крупных массивных сооружениях.

2.3. Конструкции основных типов механизмов

Эксцентриковый вибрационный механизм может быть выполнен за одно целое с электродвигателем (мотор-вибратор) или отдельно от двигателя, когда дебалансный вал смонтирован на самостоятельных подшипниках.

Эксцентриковый мотор-вибратор, изображённый на рис. 12, имеет выдвигаемые пружинные дебалансы 3, установленные на валу ротора 2. Вал вращается в подшипниках 9, установленных в щитах 5. Щиты 5 и крышки 4 скреплены с корпусом 7 тяжёлыми шпильками 1. Электроток подается по кабелю 8 и клеммовую колодку 6.

Выдвижная конструкция дебалансов позволяет устранить резонансные явления в период пуска и остановки вибратора. В первоначальный период работы дебалансы пружинами смещены по направлению к валу и радиус неуравновешенной массы будет минимальным; при этом будет наименьшей и величина возмущающей силы. По достижении валом определённых оборотов центробежная сила преодолевает силу сжатия пружин и дебалансы автоматически выдвигаются, увеличивая возмущающую силу до расчётной величины.

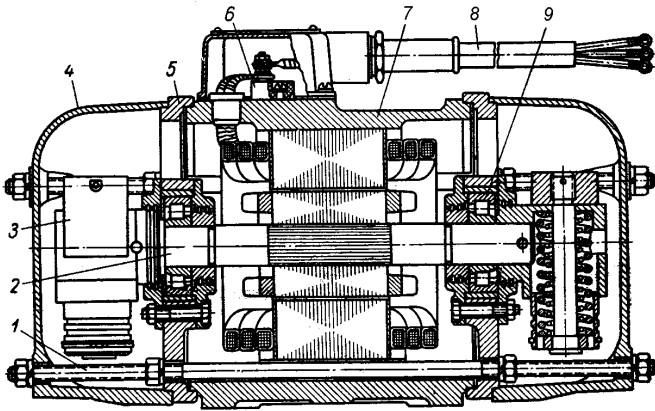


Рис. 12. Эксцентровый вибратор с выдвигаемыми дебалансами

Маятниковый вибратор с направленными колебаниями (рис.13) состоит из однофазного вибровозбудителя 2 с круговыми колебаниями, представляющего собой асинхронный электродвигатель, на консольных частях вала которого установлены дебалансы, и маятниковой приставки. Подшипниковые щитки вибровозбудителя имеют проушины, при помощи которых он крепится на оси 5 к основанию. Ось 5 установлена на подшипниках 3 в корпусе 1 маятниковой приставки. На консолях оси на шпонках насажены резинометаллические втулки 4. Наружная обойма втулок болтами прикреплена к корпусу 1. Средняя часть оси 5 клеммовым соединением закреплена на опоре 6, снабженной крепежными лапами. Такая конструкция позволяет устанавливать вибратор под различными углами к горизонту при помощи клеммового соединения. Маятниковый вибровозбудитель генерирует направленные колебания лишь в том случае, когда ось его дебалансного вала находится в центре качания (удара) маятника, а упругие и диссипативные связи маятника с рабочим органом равны нулю (рис. 13, б). Если оба условия выдержаны, то реакция в шарнире O , перпендикулярная OO_1 равна нулю и, таким образом, на рабочий орган передаются направленные колебания вдоль прямой OO_1 .

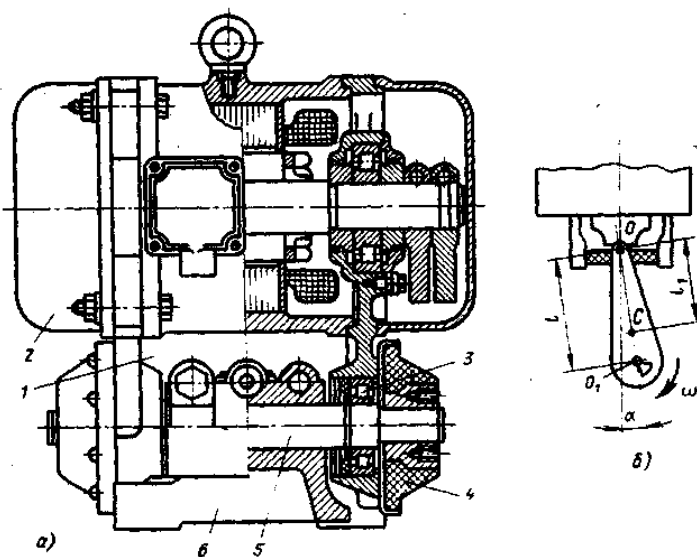


Рис. 13. Маятниковый вибратор: а – конструкция; б – принципиальная схема

Конструкция вибратора общего назначения с круговыми колебаниями аналогична рассмотренному выше, т. е. тот же вибровозбудитель устанавливается не на маятниковой приставке, а жестко крепится непосредственно к рабочему органу.

Двухвальный вибратор с направленными колебаниями (рис. 14), принципиальная схема которого показана на рис. 10, в, конструктивно представляет блок спаренных одновальных вибровозбудителей, валы которых расположены параллельно друг другу и вращаются противофазно с одинаковой угловой скоростью.

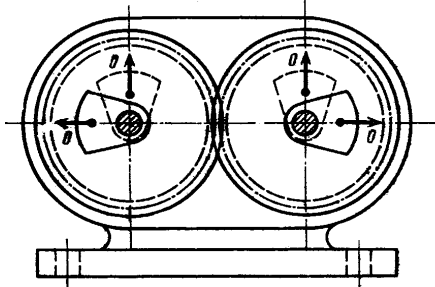


Рис. 14. Двухвальный вибратор с направленными колебаниями.

В виброгнспортирующих машинах (питателях) и для побуждения материалов в бункерах, течках и др. применяют электромагнитные вибровозбудители, позволяющие плавно регулировать амплитуду колебаний. Однако эти вибровозбудители, хотя и отличаются большей надежностью, но по сравнению с центробежными имеют большие массу и габаритные размеры, так как не способны развивать большие вынуждающие силы из-за потерь энергии в воздушном зазоре системы.

По принципу действия электромагнитные вибровозбудители разделяют на одно- и двухтактные.

Однотактный вибровозбудитель (рис. 15, а) имеет электромагнит 3, прикрепленный к якорю 1, который в момент прохождения в обмотке электромагнита пульсирующего тока притягивается к наковальне 4 корпуса 5, соединенного жестко с рабочим органом 6. Обратный ход якоря совершается под действием упругой силы пружин 2.

Двухтактные вибровозбудители (рис. 15, б) снабжены двумя электромагнитами, которые поочередно притягивают якорную 9 и корпусную 7 части то в одну, то в другую сторону. Корпусная часть жестко крепится к рабочему органу 10. Упругие элементы-5 служат для обеспечения резонансной настройки вибровозбудителя. При питании электромагнита непосредственно от сети однофазного переменного тока за один период тока якорь и корпус притягиваются друг к другу дважды (на каждой полуволне синусоидального тока). Таким образом, частота механических колебаний равна удвоенной частоте тока. При питании магнита через диод в катушке проходит лишь одна полуволна переменного тока и частота колебаний вибровозбудителя равна частоте тока.

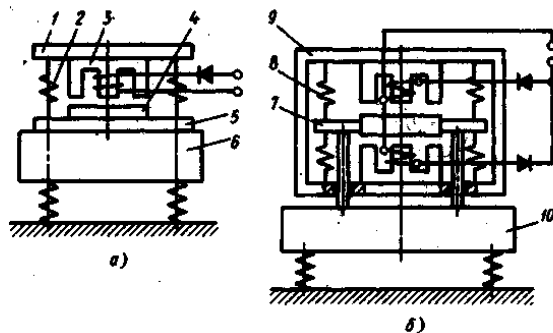


Рис. 15. Схема электромагнитных вибровозбудителей:
а – однотактного; б – двухтактного

Плавная регулировка амплитуды колебаний электромагнитных вибровозбудителей осуществляется изменением эффективного значения тока, протекающего в обмотке магнита, при питании последней через специальные блоки на основе управляемых диодов (тиристоров).

2.4. Глубинные вибровозбудители для уплотнения бетонной смеси.

Они широко применяются для уплотнения бетонных смесей при сооружении монолитных железобетонных конструкций, а также при изготовлении крупногабаритных изделий сборного железобетона.

Независимо от типа привода глубинные вибровозбудители делятся на дебалансные и планетарные, генерирующие круговую вынуждающую силу. Двигатель может быть встроенным или вынесенным. В зависимости от вида привода глубинные вибровозбудители бывают электрические с приводом от трехфазного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором и пневматические.

По использованию глубинные вибровозбудители можно разделить на ручные, масса которых не должна превышать 25 кг, и подвесные (крановые) в виде пакетов вибраторов на специальной траверсе. Ручные вибровозбудители применяются для уплотнения бетонной смеси в стесненных условиях, а также в насыщенных арматурой и тонкостенных конструкциях. Однако ручные вибровозбудители не всегда могут обеспечить необходимых темпов и объемов бетонирования, а также качества уплотнения бетонной смеси. Кроме того, работа с ручным вибровозбудителем требует значительных затрат физического труда. Поэтому при возведении гидротехнических и других крупных сооружений применяются мощные вибровозбудители, подвешенные на самоходные краны или тракторы в виде вибропакетов. Крановый способ уплотнения бетонной смеси широко применяют в промышленном и гражданском строительстве, так как он позволил вести укладку бетонной смеси толщиной 1 ... 1,5 м и повысил производительность труда более чем в три раза.

Ручные электрические глубинные вибровозбудители по расположению двигателя разделяются на три вида: 1) с внешним вынесенным двигателем, передающим вращение через гибкий вал; 2) с двигателем, пристроенным в верхней части корпуса вибровозбудителя; 3) со встроенным в корпус двигателем. Подвесные вибровозбудители выполняются с выносным электродвигателем, соединенным с рабочим вибронаконечником жестким валом. Вибровозбудители с вынесенным двигателем и гибким валом применяют для уплотнения бетона в не-

больших массивах монолитных густо армированных конструкций. Вибровозбудители чаще всего выполняются фрикционно-планетарного типа (рис. 16,а). Вибровозбудители 7 имеют гибкий вал 3 и электродвигатель 2. Работают они при напряжении 36 В. Мощность привода 1 ... 1,5 кВт и частота колебаний 166 ... 332 Гц. К недостаткам относятся ограниченная длина гибкого вала (не более 5 м), что не позволяет использовать их в конструкциях большой высоты.

Ручные вибровозбудители со встроенным двигателем (рис. 16,б) представляют собой закрытый цилиндрический корпус 1, внутрь которого встроены электродвигатель 4 и дебалансный вибровозбудитель 2. Колебания создаются в результате быстрого вращения неуравновешенного элемента (дебаланса), укрепленного на дебалансном валу 5 между подшипниками качения 3. Ротор электродвигателя находится на консольном продолжении дебалансного вала, вследствие чего вибраторы этого типа часто называют консольными. Статор электродвигателя 4 запрессован непосредственно в рабочую часть корпуса вибратора. К верхней части корпуса приварена штанга с рукояткой 6. Штанга состоит из двух частей, соединенных между собой резиновым амортизатором 7, благодаря которому осуществляется гашение колебаний в рукоятке.

Жидкое масло, заливаемое в вибратор, находится в нижней части корпуса вибратора. При вращении дебалансного вала масло засасывается через коническую насадку и подается вверх по центральному сверлению в дебалансном валу. Поступающее вверх по каналу масло поступает к подшипникам через радиальные отверстия в дебалансном валу. Смазывая и равномерно охлаждая подшипники, масло сливается в нижнюю часть корпуса. Применение жидкой циркуляционной смазки устраняет недостатки, создаваемые использованием консистентной смазки, и значительно увеличивает срок службы подшипников, обеспечивая надежную и долговечную работу вибратора.

Возбудители со встроенным электродвигателем отличаются высокой надежностью и вибробезопасностью. Они работают при напряжении 36 В, мощности привода 0,8 ... 1,5 кВт. Для их комплектации необходимы преобразователи частоты тока, что ограничивает их применение. Такие вибровозбудители выпускаются обычно дебалансного типа, поэтому частота их колебаний ограничена пределами 95 ... 183 Гц. Высокая частота колебаний и возможность ее регулирования достигаются в планетарных пневматических возбудителях, где колебания создаются тяжелым элементом – бегунком, планетарно обкатываемым по беговой дорожке, закрепленной в корпусе вибратора.

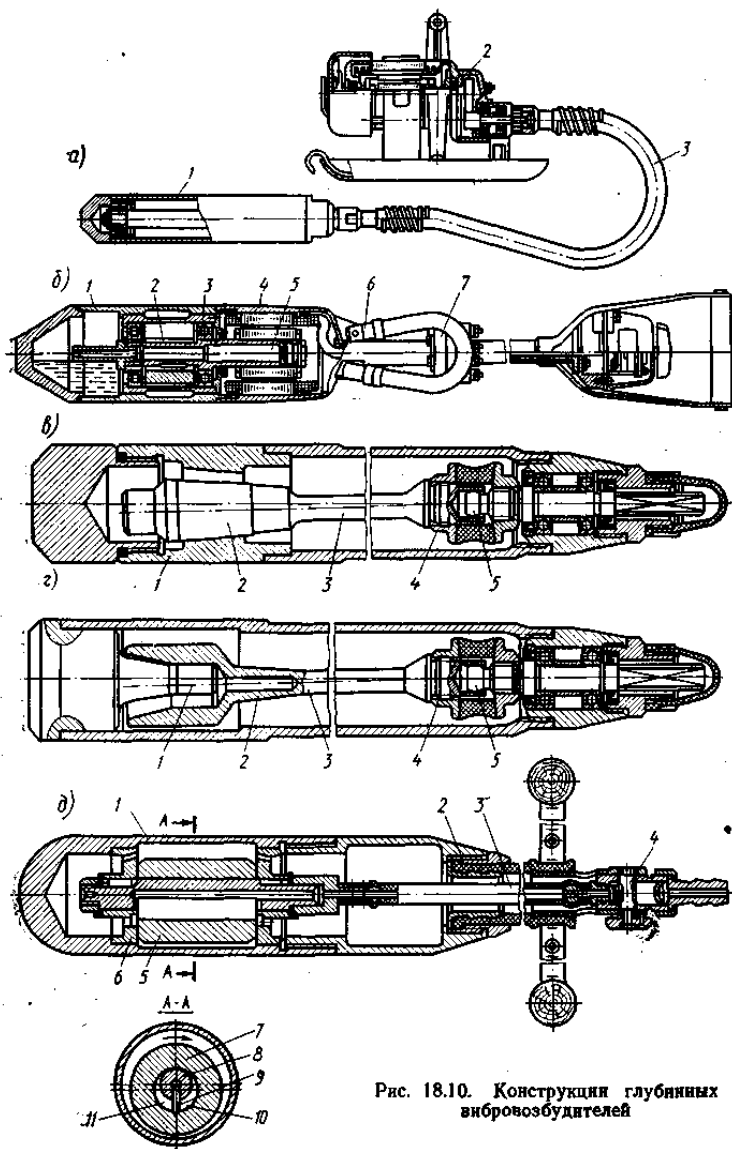


Рис. 18.10. Конструкция глубинных вибровозбудителей

Рис. 16. Конструкции глубинных вибровозбудителей

На рис. 16,в показана конструкция планетарного вибронаконечника с внешней обкаткой бегунка 1. На рис. 16,г представлена конструкция планетарного вибронаконечника 1 с внутренней обкаткой бегунка. В обеих конструкциях вибронаконечников крутящий момент от электродвигателя передается шпинделю 5 через гибкий вал 3 с помощью кулачковой муфты[^], допускающей только правое вращение, что предохраняет гибкий вал от раскручивания. Далее от шпинделя крутящий момент передается через резинометаллическую муфту 4 бегунку 2.

Разновидностью глубинных вибровозбудителей являются ротационные (рис. 18.10,5), приводимые в действие ротационным пневмодвигателем 5, составляющим одно целое с бегунком, которые перемещаются в цилиндрическом корпусе 1. По внутреннему шлангу 3 подводится сжатый воздух, а по наружному 2 отводится отработанный воздух. Сжатый воздух попадает в рабочую камеру 11 и выбрасывается через выхлопную камеру 10. Пуск и остановка машины осуществляются краном 4. Статор в виде полой оси 8 с одной лопаткой 9 стоит неподвижно, а ротор (бегунок) 7 планетарно обкатывается вокруг статора. С торцов пневмодвигатель закрыт крышками 6 с отверстиями для выпуска воздуха.

В планетарных пневмовибраторах конструкция двигателя органично увязана с конструкцией вибровозбудителя. Они отличаются компактностью, малой массой, простой конструкцией обслуживания, высокой надежностью в работе, взрыво- и электробезопасностью. Вибровозбудители работают под давлением сжатого воздуха 0,4 ... 0,6 МПа, имеют двойную частоту: низкую 25 ... 60 Гц и высокую 130 ... 300 Гц. Планетарные вибровозбудители применяются для уплотнения бетонных смесей при укладке ее в монолитные железобетонные и бетонные конструкции с различной степенью армирования.

С целью исключения непосредственного контакта оператора с вибратором применяются подвесные глубинные вибраторы. На рис. 17,а приведена схема подвесного вибратора планетарного типа с внутренней обкаткой бегунка 3. Этот вибратор имеет вынесенный электродвигатель 1, прифланцованный к верхней части корпуса через эластичный амортизатор 2. Вибратор может шарнирно подвешиваться на специальные подвижные кран-балки или на траверсу самоходных электровиброукладочных машин.

Наибольший эффект в повышении производительности труда, осуществлении комплексной механизации процессов и улучшения каче-

ства работ при уплотнении бетона в крупногабаритных сооружениях дает пакетирование подвесных вибраторов (до 15 вибраторов в пакете). Конструктивные схемы подвесных вибраторов приведены на рис. 17,б (из четырех вибраторов) и на рис. 17,в (из трех вибраторов). Пакет вибраторов состоит из рамы 1, вибраторов 2 и кронштейна для подвески пакета 3. На раме пакета помещена распределительная коробка, к которой подключаются отдельные вибраторы и защитное устройство, предохраняющее оператора от поражения током. Тип и размеры пакета зависят от габаритов бетонируемой конструкции и применяемого способа механизации. В промышленном и гражданском строительстве применяют пакеты-гребенки, в которых вибровозбудителей устанавливаются в один ряд. При работе вибровозбудителей в пакете происходит сложение их колебаний с периодическим ростом и уменьшением слагаемых амплитуд колебаний, т. е. проявлением биения. Это обстоятельство позволяет увеличивать расстояние между вибровозбудителями в пакете или уменьшить время уплотнения бетонной смеси, что в обоих случаях повышает производительность процесса уплотнения.

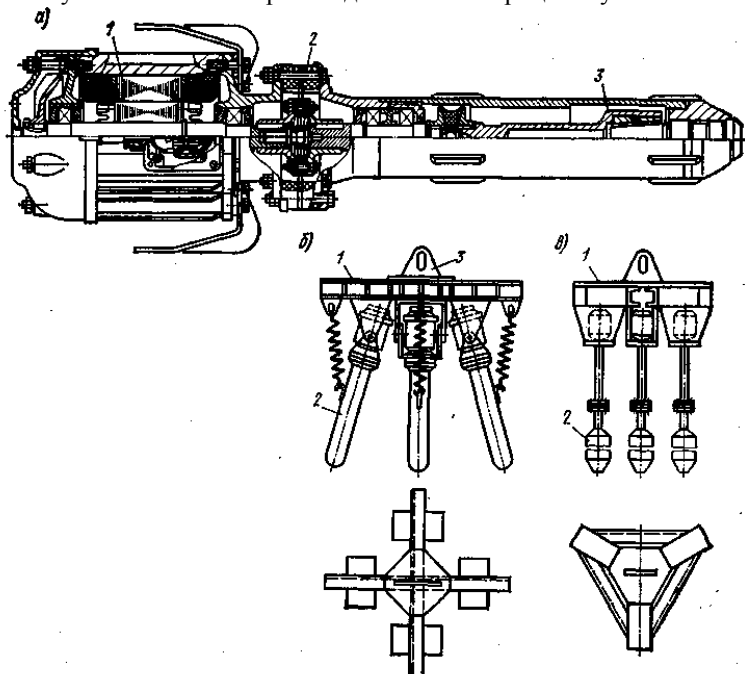
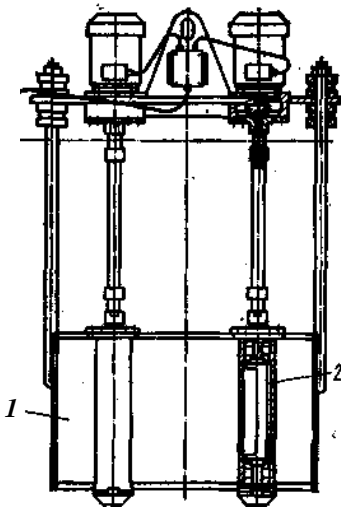


Рис 17. Подвесной вибратор

При строительстве объектов с большим и сосредоточенным объемом бетонных работ в труднодоступных местах применяются плоскостные виброуплотнители (рис. 18). Этот тип глубинного вибратора отличается большим радиусом действия. Рабочей частью плоскостного виброуплотнителя служит вертикально расположенная плита *1*. На ней смонтировано два дебалансных вибровозбудителя *2*, вращающиеся в



противоположные стороны и генерирующие направленные к плите колебания, передаваемые от плиты в бетонную смесь. Интенсивность колебаний плоскостных вибраторов выше, чем у вибровозбудителей с цилиндрической рабочей частью, так как практически исключено обтекание рабочей части бетонной смесью, а ширина плиты больше длины упругой волны в бетонной смеси. Дальность действия плоскостного виброуплотнителя достигает 1,5 ... 2,5 м для бетонной смеси с осадкой конуса 3 ... 5 см.

Применение таких виброуплотнителей позволяет сократить трудоемкость и стоимость выполняемых работ.

Рис. 18. Плоскостной виброуплотнитель

2.5. Вибрационные площадки

Изготовление железобетонных изделий на вибрационных площадках и установках осуществляется в специальных формах. Разница между вибрационной площадкой и вибрационной формовочной установкой в том, что первая имеет один или несколько столов, на которые ставят форму, воспринимающую от них колебания, а вторая таких столов не имеет – форму ставят на виброизолирующие опоры и приводят в действие непосредственно вибрационным приводом. Преимущество вибрационных площадок заключается в универсальности, что пред-

определяет их широкое применение при производстве железобетонных изделий, так как они позволяют формировать различные типы железобетонных изделий: плоские (стеновые панели, плиты, перекрытия и др.), протяженные профильные (балки, опоры, сваи и др.), с криволинейным профилем и трубчатые (тюбинги, лотки, трубы и др.). Одним из существенных недостатков вибрационных площадок является необходимость колебать большие массы, включающие массу конструкции площадки, массу формы и пригруза.

По виду движения рабочего органа вибрационные площадки можно разделить на машины с вертикально направленными, горизонтально направленными и круговыми колебаниями. По характеру движения рабочего органа, наличию или отсутствию периодических ударов их подразделяют на вибрационные и ударно-вибрационные. Первые, в свою очередь, могут быть поделены на синусоидальные (моногоармонические) и двухчастотные (бигармонические). Удары у вторых преимущественно осуществляются через упругие прокладки. По типу привода вибрационные площадки подразделяются на машины с силовым возбуждением (дебалансным виброприводом) и кинематическим возбуждением от кривошипно-шатунного привода. По настройке режима площадки делят на нерезонансные, резонансные и ударно-резонансные.

Наибольшее распространение получили виброплощадки блочной конструкции с гармоническими вертикально направленными колебаниями, работающие в зарезонансном режиме (рис. 19).

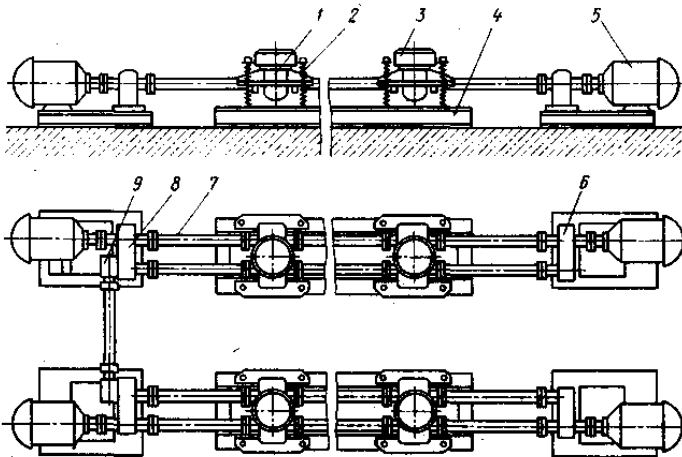


Рис. 19. Схема блочной виброплощадки с вертикально направленными колебаниями

Блочная виброплощадка содержит раму 4, на которой установлены на пружинах 2 унифицированные двухвалвные виброблоки 1. Момент на валы виброблоков передается от электродвигателей 5 через синхронизаторы 6 и 8 карданными валами 7. Жесткая кинематическая связь между двумя рядами виброблоков осуществляется через синхронизаторы 8, снабженные приставками 9 из конических зубчатых колес, что обеспечивает синхронное и синфазное вращение всех валов виброблоков, необходимое для возбуждения вертикально направленных колебаний. Форма крепится к виброблокам электромагнитами 3.

Конструкция унифицированного виброблока грузоподъемностью 2000 кг показана на рис. 20. Виброблок состоит из двухвального вибровозбудителя 2 со ступенчатой регулировкой статического момента и электромагнита 1, служащего для крепления формы, и опирается на четыре опоры, каждая из которых состоит из верхней 3 и нижней 4 витых пружин, стянутых шпилькой 5.

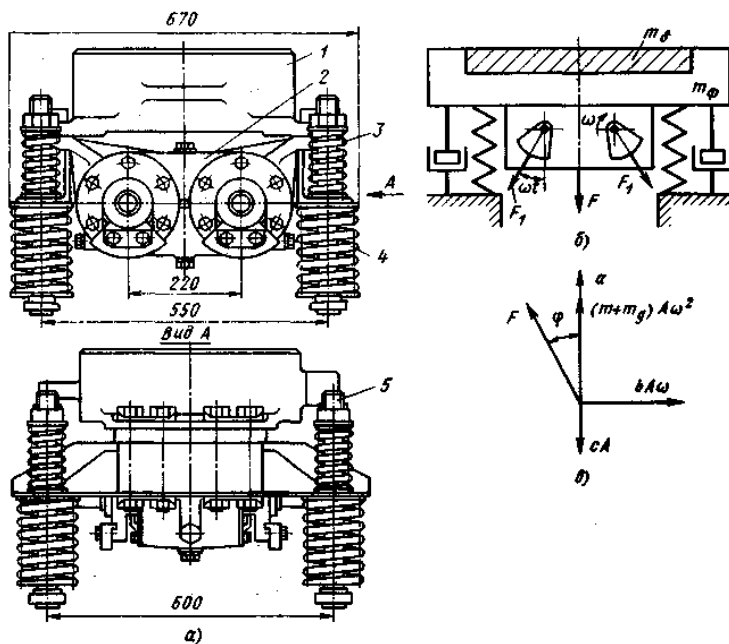


Рис. 20. Виброблок:
a – конструкция; *б* – расчётная схема; *в* – векторная диаграмма

Виброплощадки различной грузоподъемности компонуют из разного числа блоков. При формовании изделий шириной менее 1800 мм виброплощадки компонуют из одного ряда блоков и синхронизаторы 5 (см. рис. 19) не устанавливают. Синхронизаторы представляют собой редукторы, состоящие из ведущей, двух промежуточных (для увеличения межцентрового расстояния) и ведомой шестерен с общим передаточным числом, равным единице. Промышленно выпускаются виброплощадки этого типа грузоподъемностью 10, 15, 24, и 40 т с частотой колебаний 300 с⁻¹.

Для формования длинномерных тонкостенных изделий из бетонных смесей средней подвижности применяют виброплощадки с горизонтально направленными колебаниями (рис. 21). Виброплощадка состоит из двух колеблющихся частей: реактивной, включающей в себя резонаторную плиту 3 с установленным на ней двуххвальный вибровозбудителем 2, и корпусной 5, соединяемой клиновым замком с формой. Эти части связаны между собой цилиндрическими пружинами 4. Корпусная часть опирается на фундамент через мягкие виброизолирующие элементы 6, а форма с бетонной смесью устанавливается на упругие опоры 7. Вибровозбудитель приводится от двигателя 1 через синхронизатор и карданные валы.

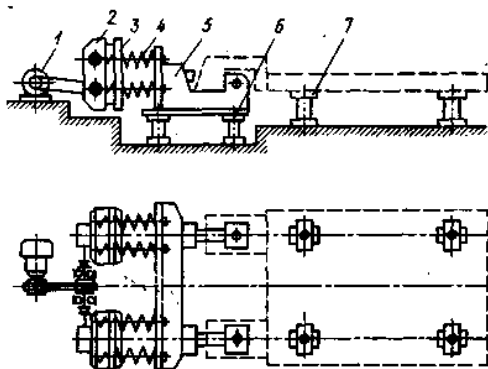


Рис. 21. Схема виброплощадки с горизонтально направленными колебаниями

При малой грузоподъемности применяют виброплощадки с одной резонаторной плитой и одним вибровозбудителем. Уплотнение бетонной смеси в таких виброплощадках происходит в основном под действием горизонтально направленных колебаний, поэтому амплитуды колебаний распределены по длине формы более равномерно. Эти виброплощадки имеют более простую конструкцию, обладают меньшей металло- и энергоемкостью, чем виброплощадки с вертикально направленными колебаниями, так как они работают в околорезонансном режиме. Мощность, затрачиваемая на преодоление трения в подшипниках вибровалов на порядок ниже за счет того, что заданная амплитуда колебаний достигается при вынуждающей силе, в 10 раз меньшей, чем в машинах, работающих в резонансном режиме.

Основным недостатком таких виброплощадок является сложность поддержания стабильного режима колебаний, необходимого для обеспечения резонанса. Амплитуда колебаний формы зависит от массы бетонной смеси и изменения ее свойств по мере уплотнения, т. е. изменяется коэффициент присоединения бетонной смеси к колебаниям, а это приводит к изменению частоты собственных колебаний. Это обстоятельство вызывает необходимость применения регулируемого по скорости привода и соответствующих автоматических устройств, обеспечивающих условия резонанса.

В ударно-вибрационных площадках форма с изделием опирается на упругие резиновые прокладки, расположенные на верхней поверхности блоков. При формовании изделия на такой площадке уплотнение бетонной смеси происходит в результате соударения формы с вибровозбудителем через резиновые прокладки. Ударный эффект при этом определяется величиной вынуждающей силы, жесткостью резиновых прокладок и зависит от способа опирания формы. По способу опоры формы ударно-вибрационные площадки выполняют в двух вариантах: со свободным опиранием формы на упругие прокладки (рис. 22,а) с безынерционным прижатием формы к упругим прокладкам с установкой дополнительных пружин (рис. 22,б). Второй вариант исполнения ударно-вибрационной площадки наиболее распространен.

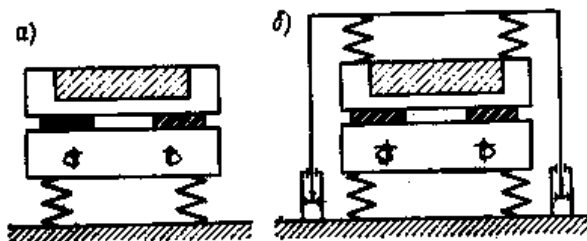


Рис. 22. Виброблок ударно-вибрационной площадки

На рис. 23 показана принципиальная схема прижимного устройства для безынерционного прижатия формы к упругим прокладкам. За счет жесткости и предварительного поджатия винтовой пружины 1 определяется ее сила натяжения. Регулирование предварительного поджатия пружины осуществляется гайкой 2. Для прижатия формы к упругим прокладкам служит пневмопривод 3.

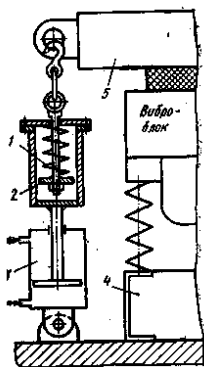


Рис. 23. Схема прижимного устройства для безынерционного прижатия формы к упругим прокладкам:

1 – винтовая пружина; 2 – гайка; 3 – пневмопривод; 4 – опорная рама; 5 – форма

На рис. 24 представлена конструктивная схема ударно-вибрационной площадки. Дебалансы 6 вибровозбудителей приводятся во вращение от асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором 1 через синхронизаторы 2 и карданные валы 3. Синхронно-синфазная работа обоих рядов виброблоков осуществляется через синхронизаторы с коническими приставками и телескопический карданный вал. Виброблоки на опорную раму 7 опираются через виброизоляторы 8. Упругие резиновые прокладки 4 устанавливаются на кронштейны 5.

Уплотнение бетонной смеси при формовании изделий происходит за счет передачи поддону формы ударных импульсов при соударении с упругими резиновыми прокладками.

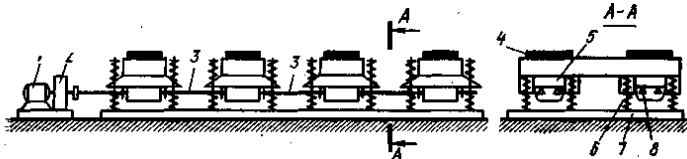


Рис. 24. Схема ударно-вибрационной площадки

В ударно-вибрационных площадках расстояние между виброблоками (по длине и ширине) и жесткость формы должны быть такими, чтобы отклонение размаха колебаний по площадке формы не превышало 20% от среднего значения. Линия действия равнодействующих вынуждающих сил вибровозбудителей и других переменных сил должна проходить через центр тяжести вибрируемой системы. Формы на площадке размещают так, чтобы ее центр тяжести находился на линии равнодействующей всех сил. Опорные поверхности кронштейнов под упругие резиновые прокладки располагают в одной плоскости (допускается отклонение не более 0,001 ... 0,002 м) и опорные поверхности формы – также в одной плоскости (допускается отклонение не более 0,004 м).

Упругие резиновые прокладки должны плотно прилегать к опорной поверхности кронштейнов и быть надежно закреплены; прижимные устройства должны располагаться симметрично относительно линии действия всех сил и обеспечивать равномерное прижатие всей площади формы. В качестве упругого элемента используются винтовые пружины или резиновые столбики.

Эти виброплощадки работают с пониженной частотой ударов (около 140 с^{-1}), что существенно повышает долговечность их элементов. Недостатком виброплощадок является значительный уровень шума.

3. ОСНОВЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВИБРАТОРОВ

Вибрационные механизмы работают в тяжёлых режимах, обусловленных самой спецификой их рабочего процесса: быстроходность, вибрация и т.п. Особенно тяжело нагруженными элементами являются подшипниковые узлы, опорные пружины, дебалансные валки. Поэтому при эксплуатации вибраторов необходимо следить за состоянием подшипников, регулярно проверять их нагрев, производить смазку и регулировку. Особое внимание нужно уделять состоянию крепёжных

деталей и соединений, так как из-за вибрации они могут выходить из строя или ослабевать.

В вибраторах с регулируемым эксцентриситетом дебалансов необходимо проверять их положение и крепление, а при регулировках не допускать увеличения их момента против максимальных значений.

При работе с ручными вибраторами необходимо выполнять требования защиты от поражения электротоком, следить за состоянием сети, кабелей и электроарматуры. Если не применять специальных мер защиты, вибрация весьма вредно сказывается на здоровье человека. При конструировании вибрационных машин должны быть предусмотрены такие решения их элементов, с которыми соприкасается рабочий, чтобы их частоты и амплитуды не превышали нормативных величин, допускаемых санитарной инспекцией. В стационарных условиях должна предусматриваться специальная защита рабочих мест от вибрации.

ЛИТЕРАТУРА

1. С е р г е е в В. П. Строительные машины и оборудование. – М.: Высш. шк., 1987. – 376 с.: ил.
2. М а р т ы н о в В. Д., А л е ш и н Н. И., М о р о з о в Б. П. Строительные машины и монтажное оборудование. М.: Машиностроение, 1990. – 352 с.: ил.
3. Б а у м а н В. А., К л у ш а н ц е в Б. В., М а р т ы н о в В. Д. Механическое оборудование предприятий строительных материалов и конструкций. М.: Машиностроение, 1981. – 324 с.: ил.
4. Дорожно-строительные машины и комплексы / Под общ. ред. В. И. Боловнева. – М.: Машиностроение, 1988. – 384 с.: ил.
5. М а р т ы н о в В. Д., С е р г е е в В. П. Строительные машины. – М.: Высш. шк., 1970. – 304 с.: ил.
6. В а с и л ь е в А. А. Дорожные машины. – М.: Машиностроение, 1987. – 416 с.: ил.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Оборудование для подачи и укладки бетонной смеси при изготовлении железобетонных изделий	3
1.1. Оборудование для порционной подачи и укладки бетонной смеси	3
1.2. Оборудование для непрерывной подачи бетонной смеси	6
2. Машины и оборудование для уплотнения бетонных смесей	10
2.1. Основные способы уплотнения бетонных смесей	10
2.2. Поверхностные и глубинные вибраторы	12
2.3. Конструкции основных типов механизмов.....	16
2.4. Глубинные вибровозбудители для уплотнения бетонной смеси	20
2.5. Вибрационные площадки.....	25
3. Основы эксплуатации вибраторов	31
Литература	32

Учебно-методическое издание

Владимир Алексеевич Дремук

**МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОДАЧИ, УКЛАДКИ
И УПЛОТНЕНИЯ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ**

Методические указания к лабораторно-практическим занятиям

Редактор
Техн. редактор
Корректор

Подписано в печать 2003.

Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага для множительных аппаратов.

Печать ризографическая. Гарнитура "Таймс".

Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. .

Тираж 75 экз. Заказ . Цена руб.

Редакционно-издательский отдел БГСХА
213410, г. Горки Могилёвской области, ул. Студенческая, 2
Отпечатано на ризографе лаборатории множительных аппаратов
БГСХА, г. Горки, ул. Мичурина, 5