

4. Из каких составных частей состоит дозатор непрерывного действия? Объясните схемы устройства и принцип работы дозатора цемента и универсального дозатора для заполнителей.

5. Приведите классификацию смесителей и назовите предпочтительные объекты их применения.

6. Назовите основные типы смесителей циклического действия, опишите их устройство и принцип действия. Как определяют их производительность?

7. Назовите основные типы и объекты применения смесителей непрерывного действия. Как устроен и как работает горизонтальный двух-вальный смеситель?

8. Перечислите работы, сопутствующие приготовлению бетонных и растворных смесей. Назовите основные типы бетоно-и растворосмесительных заводов и установок и виды их продукции. Какая технологическая схема используется при большой удаленности строительного объекта от смесительного предприятия?

9. Назовите виды смесительных предприятий и приведите их классификацию. Каковы особенности высотной и двухступенчатой технологических схем? Какими бетоносмесителями комплектуют бетонные заводы и установки?

## **Глава 19. Машины и оборудование для бетонных работ.**

### **19.1. Бетононасосные установки.**

*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 бетонных работ.

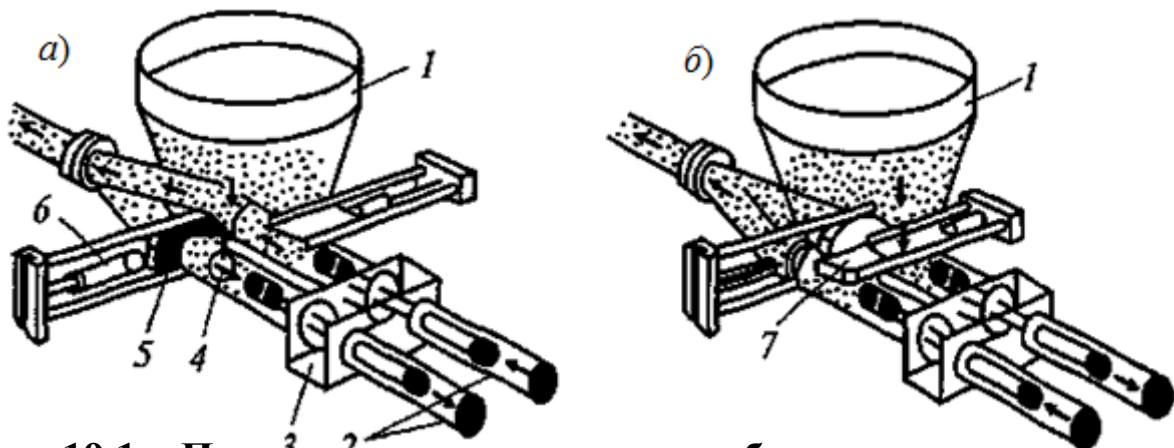
К достоинствам этого способа транспортирования бетонной смеси относятся: возможность подачи смеси в малодоступные и практически недоступные при других способах места, регулирование в соответствии с потребностью интенсивности подачи бетонной смеси, исключение ее расслоения и защита от атмосферных осадков, меньшая загрязненность строительной площадки остатками смеси.

К недостаткам относится относительно большая 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.

Каждый из двух бетонотранспортных цилиндров 4спарен с приводным гидроцилиндром 2так, что их поршни посажены на общий шток. Между гидроцилиндрами 2и бетонотранспортными цилиндрами 4установлена промывочная камера 3, заполненная водой для очистки внутренних поверхностей бетонотранспортных цилиндров, работающих поочередно так, что при всасывающем такте одного второй совершает нагнетание. 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, показано на рис. 19.1. Заслонки поочередно соединяют поршневые полости бетонотранспортных цилиндров с бетоноводом и приемным бункером 1.



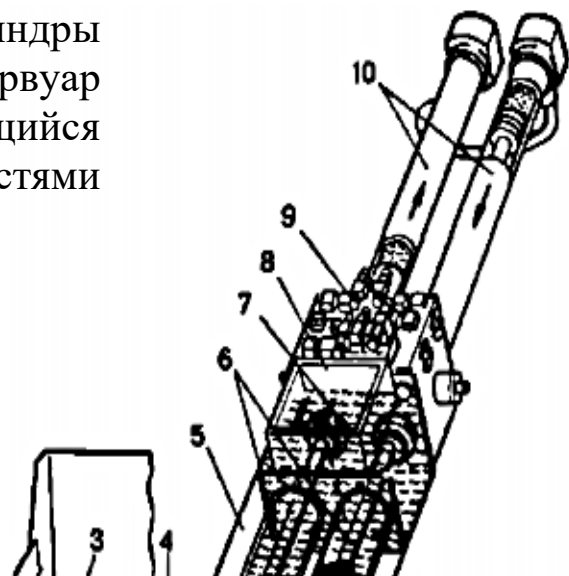
**Рис. 19.1. Принципиальная схема работы двухцилиндрового бетононасоса:** *а* - такт всасывания бетонной смеси в левый цилиндр и нагнетания из правого; *б* - такт всасывания смеси в правый цилиндр и нагнетания из левого.

*Поршневой гидравлический бетононасос* (рис.19.2) состоит из двух бетонотранспортных цилиндров 6, поршни которых получают синхронное движение во взаимно противоположных направлениях от индивидуальных рабочих гидроцилиндров 10, осуществляя попеременно такт всасывания смеси из приемной воронки 3 и такт нагнетания ее в бетоновод 1. Движение поршней согласовано с работой поворотной бетонораспределительного устройства 2, поворот которого на определенный угол осуществляется с помощью двух гидроцилиндров 12. Когда в одном из бетонотранспортных цилиндров бетонная смесь всасывается из воронки, во втором через поворотную трубу распределительного устройства смесь нагнетается в бетоновод 1.

В конце хода нагнетания распределительное устройство изменяет свое положение одновременно с переключением хода приводных гидроцилиндров с помощью следящей системы. Приемная воронка оборудована в верхней части решеткой 4, а в нижней – лопастным побудителем с приводом 11.

Бетонотранспортные цилиндры помещены в корпус 5, имеющий резервуар 8 для промывочной воды и сообщающийся со штоковыми полостями бетонотранспортных цилиндров.

Промывочную воду сливают в бетонотранспортный цилиндр через спускное отверстие,



перекрываемое крышкой с рукояткой 7. Бетононасос снабжен электрогидравлическим блоком управления 9.

Гидравлический привод обеспечивает более равномерное движение смеси в бетоноводе, предохраняет узлы насоса от перегрузок и позволяет в широком диапазоне регулировать рабочее давление и производительность машины.

Рис.19.2. Гидравлический

Двухпоршневые бетононасос поршневой бетононасос. приводом обеспечивают диапазон регулирования объемной подачи от 5 до 65 м<sup>3</sup>/ч при максимальной дальности подачи до 400 м по горизонтали и до 80 м по вертикали.

Эксплуатационная производительность поршневых бетоно и растворонасосов.

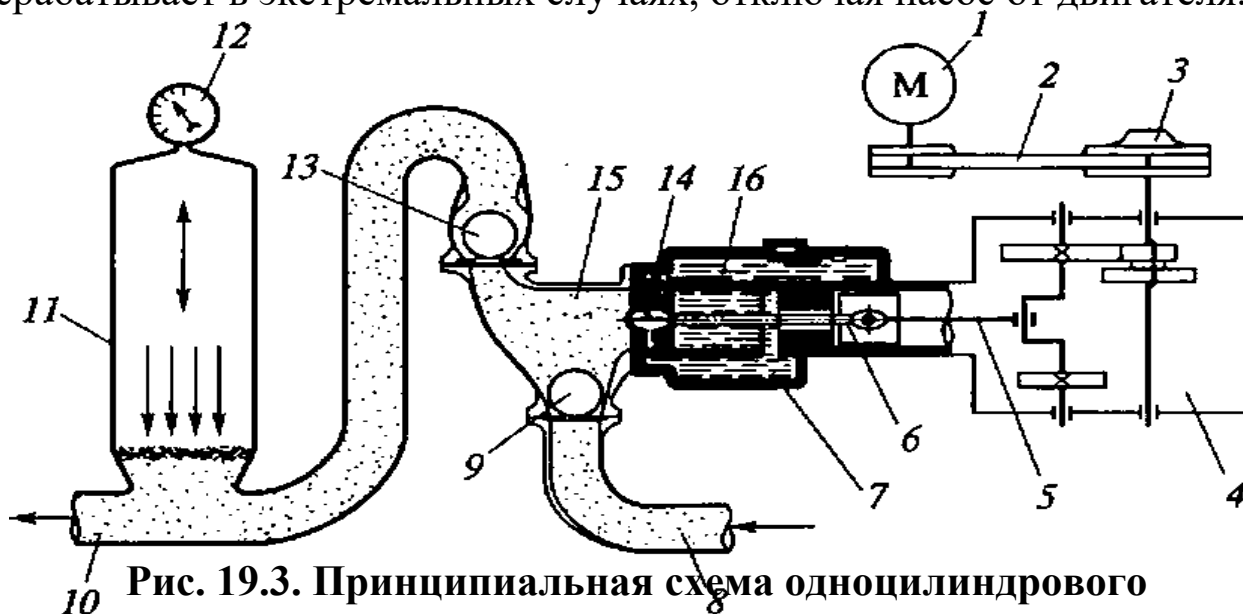
$$P_э = 3600 \cdot \pi r_{ц}^2 l_T \cdot n \cdot K_H \cdot K_B \text{ м}^3/\text{ч.}$$

(19.1)

где  $r_{ц}$ —радиус рабочего цилиндра, м;  $l_T$  - длина хода поршня,  $l_T=0,2...0,4$  и  $1,0...1,5$  м, в бетоно-растворонасосах с механическим и гидравлическим приводом;  $n$  – частота хода поршня. с<sup>-1</sup>;  $K_H$  - коэффициент объемного наполнения цилиндра смесью.  $K_H=0,7...0,8$  для бетонных смесей;  $K_H=0,80...0,85$  для строительных растворов;  $K_B$ - коэффициент использования бетоно-растворонасоса по времени  $K_B=0,50...0,75$ .

Принципиальная схема *одноцилиндрового противоточного поршневого растворонасоса* с подачей 2...4 м<sup>3</sup>/ч приведена на рис. 19.3. Насос приводится в действие электродвигателем 1 через клиноременную передачу 2 и двухскоростной редуктор 4. озвратно-поступательное движение поршню 14 рабочего цилиндра 16 сообщается соединенным с его штоком 6 шатуном 5 от кривошипа выходного вала редуктора. Рабочая камера 15 перекрывается от всасывающего патрубка 8 шаровым клапаном 9, а от нагнетательного трубопровода (растворовода) 10 клапаном 13. При движении поршня вправо в рабочей камере создается разрежение, вследствие чего нагнетательный клапан 13 прижимается к своему седлу, а

всасывающий клапан 9 приподнимается, пропуская в рабочую камеру раствор через всасывающий патрубок. При движении поршня влево в рабочей камере создается избыточное давление, вследствие чего клапан 9 закрывается под действием собственной силы тяжести, а клапан 13 приподнимается, пропуская раствор в растворовод. Для снижения пульсации движения раствора служит воздушный ресивер 7, в который систематически подкачивают воздух, контролируя его давление манометром 12. Рабочий цилиндр охлаждается водой в охватывающей его камере 7. Подачу насоса изменяют дискретно переключением передач в редукторе 4. Для предохранения насоса от поломок, например, при образовании в раствороводе пробок, в трансмиссию привода включена предохранительная муфта 3, которая срабатывает в экстремальных случаях, отключая насос от двигателя.



**Рис. 19.3. Принципиальная схема одноцилиндрового противоточного поршневого растворонасоса.**

**В бетононасосах непрерывного действия**, называемых также *шланговыми* или *перистальтическими* (рис. 19.4), рабочий процесс всасывания из бункера 1 и нагнетания бетонной смеси в бетоновод осуществляется за счет упругой деформации гибкого шланга 2, уложенного на жесткий ложемент 4, при перекачивании по нему роликов бна цепи 5, приводимой звездочкой 3. При этом бетонная смесь всасывается в шланг вслед за перемещающимся роликом под действием разрежения внутри шланга при его упругом восстановлении после прохода ролика и выталкивается в бетоновод передним фронтом бегущей волны сжатия шланга.

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 м<sup>3</sup> бетонной смеси. Преимущественная область применения перистальтических насосов - перекачивание тощих бетонных смесей, а также смесей с гравийным наполнителем для устройства бетонных стяжек, покрытий и т. п. в гражданском и промышленном строительстве. Они работают с подачей до 60 м<sup>3</sup>/ч бетонной смеси на высоту до 30 м с давлением до 3,5 МПа по шлангу диаметром 125 мм.

Подают бетонную смесь от бетононасоса к месту ее укладки по бетоноводу из стальных труб, соединенных между собой замками.

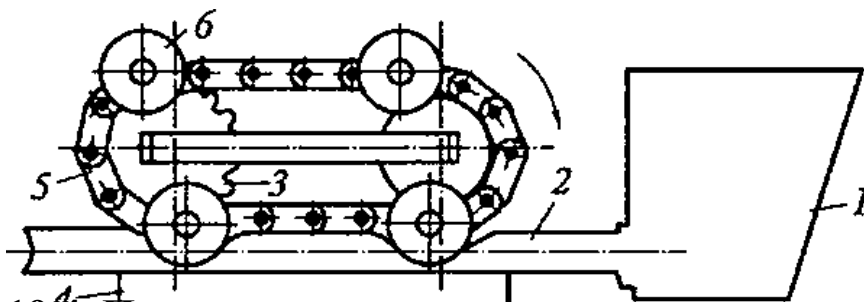


Рис. 19.4. Принципиальная схема перистальтического бетононасоса.

Для расширения сферы применения бетононасосов быстрого перебазирования и повышения коэффициента использования их устанавливают на буксируемых прицепах или автомобилях, оборудованных распределительными стрелами. Стрела служит опорой для бетоновода и концевой раздаточной шланга. Стрелы бывают *сборными, телескопическими и шарнирно сочлененными* из двух и более звеньев общей длиной до 40 м. Шарнирно сочлененные стрелы наиболее просты в монтаже на строительной площадке и маневренны. Звенья стрел могут раскладываться под различными углами, что позволяет без перемонтажа бетоновода направлять концевой шланг в любую точку в пределах зоны обслуживания стрелы.

**Автобетононасосы** предназначены для подачи свежеприготовленной бетонной смеси с осадкой конуса 6...12 см в горизонтальном и вертикальном направлениях к месту укладки при

возведении сооружений из монолитного бетона и железобетона. Они представляют собой самоходные мобильные бетонотранспортные машины, состоящие из базового автошасси, бетононасоса с гидравлическим приводом и шарнирно сочлененной стрелы с бетоноводом для распределения бетонной смеси в зоне действия стрелы во всех ее пространственных положениях. Автобетононасосы конструктивно подобны и оборудуются двухцилиндровыми гидравлическим поршневыми и роторношланговыми бетононасосами.

Автобетононасос (рис.19.5.) подает товарный бетон в горизонтальном и вертикальном направлениях к месту укладки с помощью распределительной стрелы 4 с бетоноводом 9 или инвентарного бетоновода. Распределительная стрела состоит из трех шарнирно сочлененных секций, движение которым в вертикальной плоскости сообщается гидроцилиндрами двустороннего действия 5, 7 и 11. На раме автобетононасоса смонтированы гидробак 6, бак для воды 10 и компрессор 12. Стрела монтируется на поворотной колонне 3, опирающейся на раму 15 шасси 1 через опорно-поворотное устройство 2, поворачивается в плане на 360° гидравлическим поворотным механизмом и имеет радиус действия до 19 м. Прикрепленный к стреле шарнирно сочлененный секционный бетоновод 9 заканчивается гибким шлангом 13.

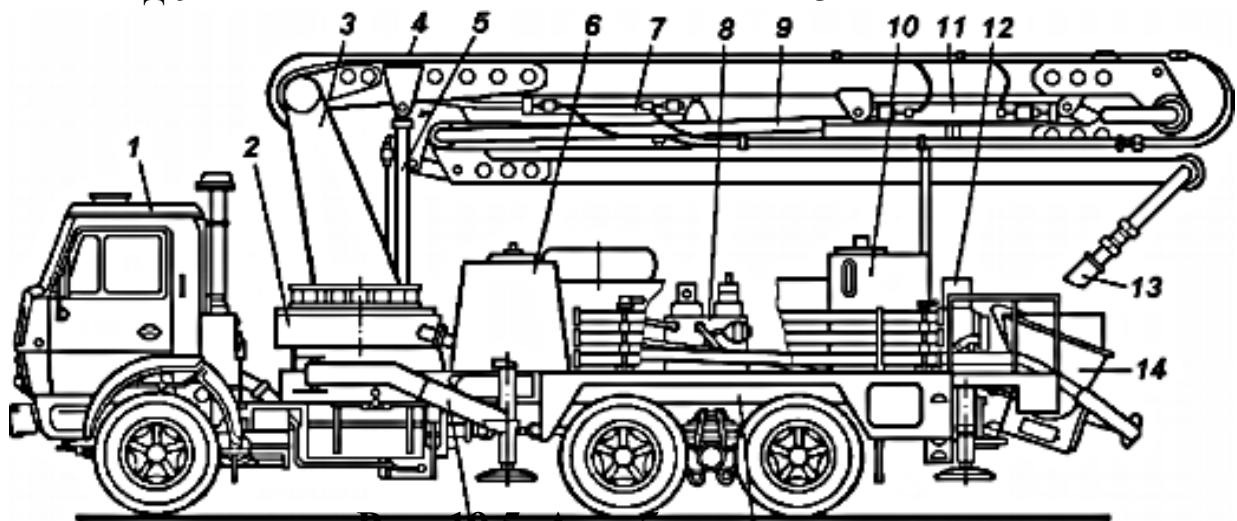


Рис. 19.5. Автобетононасос.

Бетонная смесь подается в приемную воронку 14 бетононасоса 8 из автобетоносмесителя или автобетоновоза. При работе автобетононасос опирается на выносные гидравлические опоры 16. Автобетононасосы имеют переносной пульт дистанционного управления движениями стрелы, расходом бетонной смеси и

включением-выключением бетононасоса, что позволяет машинисту находиться вблизи места укладки смеси.

## **19.2. Машины и оборудование для укладки и распределения бетонной смеси.**

Для подачи и распределения бетонной смеси применяют краны, оснащенные бадьями, ленточные конвейеры, виброжелоба, самоходные бетоноукладчики и оборудование трубопроводного транспорта.

Наиболее широкое применение (85% общего объема бетонной смеси) при сооружении строительных объектов из монолитного бетона и железобетона имеют строительные краны с поворотными и неповоротными бадьями (бункерами).

**Поворотные бадьи** грузоподъемностью 1,25...5 т загружают бетонной смесью из автосамосвалов или бетоновозов, транспортирующих ее с бетонного завода на строительную площадку. Разгружают бадью открыванием затвора.

**Неповоротные бадьи** грузоподъемностью 1,25...2,5 т загружают смесь в вертикальном положении как на бетонном заводе, так и на строительном объекте. На корпусе некоторых бадей устанавливают вибратор, который облегчает их разгрузку. Неповоротные бадьи оборудованы ручным рычажным приводом. Используют также гидравлический привод от гидроаккумулятора, заряжаемого от нагрузки при подъеме бадьи краном.

**Гидрофицированные перегрузочные бункера** вместимостью 2...6 м<sup>3</sup> применяют для перегрузки бетонной смеси с автотранспортных средств в неповоротные бадьи, тележки, приемные бункеры бетононасосов и другие средства подачи.

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

В некоторых случаях (при устройстве плит и полос на грунтовом основании, ленточных и столбчатых фундаментов, бетонируемых в распор и т. п.) смесь подают в опалубку непосредственно из



автотранспортных средств без специальных бетоно- укладочных устройств или с использованием неповоротных и поворотных лотков длиной до 3... 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, устанавливаются под углом к горизонту 5...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 20...23 см зависит от угла их наклона и подвижности бетонной смеси и составляет 5...45 м<sup>3</sup>/ч. Во многих случаях оказывается выгодным сочетание виброжелобов с легкими кранами по сравнению с работой тяжелых кранов с большим радиусом действия. 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.

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 0,6...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.

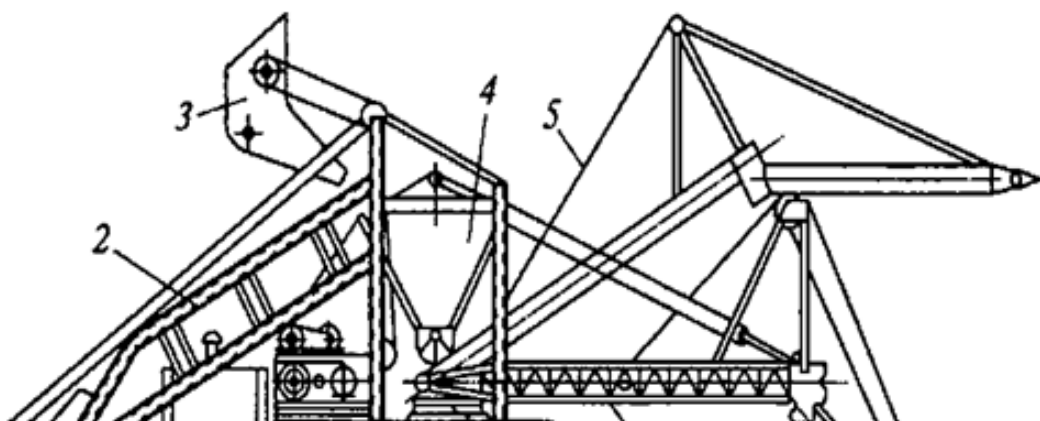
При бетонировании массивных конструкций для подачи бетонной смеси весьма эффективны **ленточные конвейеры** с лотковым поперечным сечением рабочей ветви ленты, обеспечивающие большую производительность и меньшую стоимость работ, чем при подаче кранами. Ленточные конвейеры располагают последовательно один за другим, образуя любую конфигурацию транспортной системы в соответствии с местной ситуацией. Ленточными конвейерами транспортируют малоподвижные и жесткие бетонные смеси без

ограничения крупности заполнителей. В отличие от бетононасосов, при использовании которых технологические перерывы в подаче бетонной смеси нежелательны, ленточные конвейеры могут подавать ее с любыми перерывами. Для защиты бетонной смеси от воздействия ветра, солнечной радиации, дождя, отрицательных температур при ее транспортировании ленточными конвейерами последние монтируют в галереях либо устанавливают над ними защитные кожухи. Зимой, кроме того, предусматривают мероприятия по утеплению и обогреву. Для предотвращения расслоения бетонной смеси при ее перегрузке с одной секции на другую, а также при ее разгрузке используют сужающиеся книзу воронки или хоботы, направляющие смесь вертикально без скольжения. Наиболее распространены три типа ленточных конвейеров: секционные, наклонные передвижные и мостовые с боковой разгрузкой.

**Конвейеры**, составленные из секций длиной 9...25 м при ширине ленты 400...450 мм применяют для подачи бетонной смеси на расстояния от нескольких десятков метров до 1...2 км. Они состоят из унифицированных элементов с автономным приводом. Известны также конвейерные системы с шириной ленты 720 мм. Для подачи на значительную высоту для сокращения длины транспортирования используют **наклонные конвейеры** с рифленой поверхностью ленты.

При бетонировании монолитных конструкций подземной части зданий используют **самоходные стреловые бетоноукладчики** на базе гусеничных тракторов, кранов, экскаваторов или специальных самоходных пневмошасси.

**Бетоноукладчик** (рис. 19.6) состоит из базового шасси 1, надстройки 2 со скиповым ковшом 3 для приема бетонной смеси и загрузки вибробункера 4 и стрелы 6, один конец которой расположен под затвором бункера на поворотном устройстве 7. Вдоль стрелы смонтирован ленточный конвейер. Стрела и ленточный конвейер могут быть одно и двухсекционными или телескопическими. С помощью полиспаста 5 стрела может занимать различные положения по высоте, а с помощью поворотного устройства - также различные положения в плане.



## Рис.19.6.Самоходный бетоукладчик.

### 19.3. Оборудование для уплотнения бетонной смеси.

При укладке бетонную смесь разравнивают и уплотняют для получения бетона с морозостойкой, водонепроницаемой и прочной структурой путем удаления из смеси воздуха, объем которого в пластичных смесях достигает 10... 15%, а в жестких - 40...45%. Наиболее универсальным и эффективным способом уплотнения является *вибрирование*, реже применяют *вакуумирование*.

По способу воздействия на бетонную смесь различают *внутренние (глубинные), наружные и поверхностные вибраторы*. Внутренние вибраторы, погруженные в смесь, передают ей колебания вибро-наконечником или корпусом, наружные вибраторы прикрепляют болтами или другими способами к опалубке для передачи через нее колебаний бетонной смеси, поверхностные вибраторы, устанавливаемые на уложенную смесь, передают ей колебания через рабочую площадку. Внутреннее вибрирование наиболее выгодно, так как вся энергия вибровозбудителя передается уплотняемой смеси с минимальными потерями. Наружные вибраторы используют в строительстве редко из-за повышенных требований жесткости и прочности опалубки и больших затрат ручного труда на их установку. Их применяют, в частности, при омоноличивании стыков сборных железобетонных колонн и обетонировании их стальных сердечников. Поверхностные вибраторы применяют для послойного уплотнения плоских монолитных конструкций (плит, полов, и т. п.) при глубине прорабатываемого слоя до 20 см.

***Вибраторы*** различают по способу создания колебаний: *вращающимися дебалансами* и *возвратно-поспупательным движением массы*.

Дебалансные вибраторы могут быть *одновальными* - для создания круговых колебаний и *двухвальными*-для направленных

колебаний. Они приводятся в действие электродвигателями (*электромеханические вибраторы*), пневмодвигателями (*пневматические вибраторы*) или двигателями внутреннего сгорания. Вибраторы с возвратно-поступательным направленным движением массы имеют электромагнитный привод (*электромагнитные вибраторы*).

Наиболее широкое применение в строительстве для работы непосредственно на строительной площадке получили переносные электромеханические вибраторы с круговыми колебаниями. Реже применяют пневмовибраторы. Строительные вибраторы различают по частоте колебаний их корпуса:

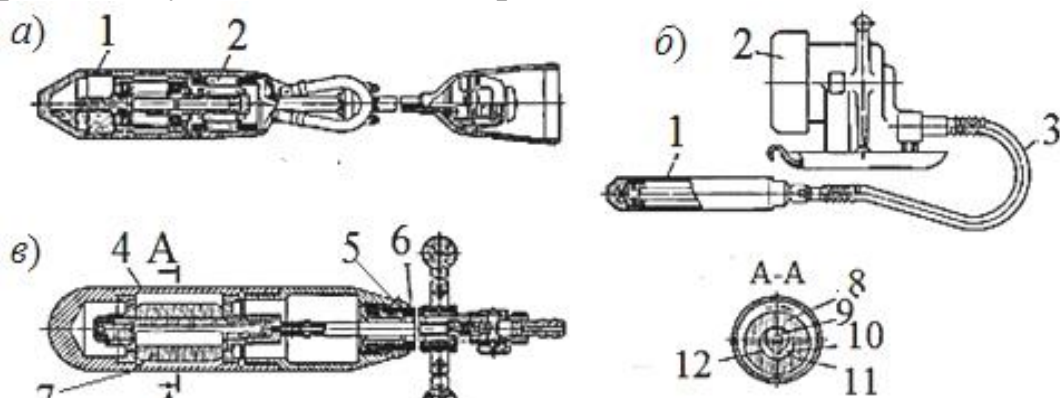
*Низкочастотные* (2800...3500 колебаний в минуту), *среднечастотные* (3500...9000 мин<sup>-1</sup>), *высокочастотные* (10000...20000 мин<sup>-1</sup>). Последние применяют преимущественно для уплотнения мелкозернистых смесей в тонкостенных конструкциях.

**Глубинные вибраторы** применяют при бетонировании крупногабаритных или густо насыщенных арматурой железобетонных конструкций (фундаментов, стен, массивных плит, колонн, свай и т.п.). Их также используют при стендовом способе производства железобетонных изделий. Глубинные вибраторы бывают *ручными* (массой до 25 кг) и *подвесными* в виде пакетов из 3...15 вибраторов на одной траверсе (рис. 19.7) при бетонировании массивных бетонных и железобетонных конструкций малоподвижными смесями. У ручных вибраторов электродвигатель 2 обычно трехфазный асинхронный с короткозамкнутым ротором встроен в корпус (наконечник 7) вибратора (рис. 19.7,а) или вынесен (рис. 19.7,б) (с соединением с дебалансом рабочего наконечника 7 гибким валом 3). Рабочий наконечник (рис. 19.8.) представляет собой герметически закрытый цилиндрический корпус с дебалансом внутри. Для уплотнения бетонной смеси в тонкостенных и густоармированных конструкциях применяют *планетарные вибраторы*, в которых вибрация создается планетарно обкатывающимся бегунком 7 относительно сердечника 2, или втулки 3.

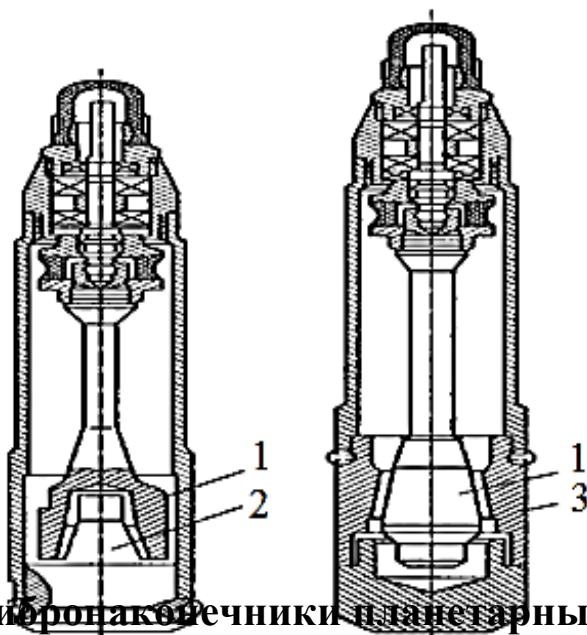
*Вибраторы с пневмоприводом* (см. рис. 19.8, в) приводятся в движение пластинчатым пневмомотором, составляющим одно целое с бегунком 7, обкатывающимся по внутренней поверхности корпуса 4. Сжатый воздух подается от компрессора по шлангу 6 в рабочую камеру 12 пластинчатого пневмомотора, а отработанный - через

выхлопную камеру 7 по шлашу 5 выводится в атмосферу. Статор 9 с одной лопаткой 10 закреплен неподвижно, а ротор (бегунок) 8 обкатывается вокруг статора.

Основным недостатком пневмовибраторов является повышенный уровень шума и высокая энергоемкость.



**Рис. 19.8.** Глубинные вибраторы: *а* - с встроенным электродвигателем; *б* - с вынесенным электродвигателем; *в* - с пневмоприводом.



**Рис. 19.9.** Вибронаконечники планетарных вибраторов с внутренней (*а*) и наружной (*б*) обкаткой.

Уплотняют бетонную смесь вертикальным или наклонным погружением вибронаконечника в уплотняемый слой с частичным (на 5...10 см) заглублением в ранее уложенный и еще не схватившийся слой. В зависимости от подвижности или жесткости смеси продолжительность работы вибратора на одной позиции составляет 20...40 с, увеличиваясь с уменьшением подвижности и увеличением жесткости. Шаг позиционирования назначают не более полуторного радиуса действия вибратора.

*Общим недостатком глубинных вибраторов является сравнительно небольшой радиус их действия и, следовательно, небольшая производительность.*

### **Контрольные вопросы.**

1. Назовите состав бетононасосных установок. Какими преимуществами и недостатками обладает способ транспортирования бетонных смесей с применением бетононасосных установок?

2. Как устроены и как работают двухцилиндровые бетононасосы?

3. Как определяют производительность поршневых бетононасосов?

4. Как устроены и как работают перистальтические бетононасосы?

5. Для чего применяют распределительные стрелы?

6. Какими техническими средствами подают и распределяют бетонную смесь? Назовите области применения лотков, виброжелобов, звеньевых и вибрационных хоботов, ленточных конвейеров, самоходных стреловых бетоноукладчиков.

7. Какими способами уплотняют бетонную смесь? Приведите классификацию вибраторов для уплотнения бетонных смесей. Каков принцип их действия?

8. Для чего предназначены, как устроены и как работают глубинные вибраторы? Каковы их достоинства и недостатки?

9. Какое оборудование применяют для поверхностного уплотнения бетонных смесей?.

## **Глава 20. Машины для изготовления арматурных изделий.**

### **20.1. Станки для резки арматурной стали.**

Арматурную сталь, поступающую в прутках, целесообразно резать после ее стыкования (наращивания по длине) на стыковых электросварочных машинах. Станки изготавливаются с ручным, механическим и гидравлическим приводами подвижных ножей. Ручные станки предназначены для резки арматурной стали диаметром до 20 мм и применяются при небольших объемах работ, станки с механическим приводом – для стали диаметром до 40 мм и с гидравлическим приводом – до 80 мм.