НИИЖБ ГОССТРОЯ СССР

РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ТЕХНОЛОГИИ ВИБРОПРОТЯЖНОГО ФОРМОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

МОСКВА 1983

gost.e-ecolog.ru

Госстрой СССР

Ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский институт
бетона и железобетона

(НИИЖБ)

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ТЕХНОЛОГИИ ВИБРОПРОТЯЖНОГО ФОРМОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Утверждены директором НИИЖБ
10 августа 1982 г.

Москва 1983

УДК 621.744.47.002.2:624.012.45

Печатаются по решению секции заводской технологии бетона и железобетона НТС НИИЖБ от 28 октября 1982 г.

Рекомендации по технологии вибропротяжного формования железобетонных изделий. М.,НИИЖБ Госстроя СССР, 1983. с.23.

Рекомендации содержат основные положения по технологии формования железобетонных изделий с помощью различных вибропротяжных устройств, а также примеры расчета, параметров оборудования и технологических режимов.

Предназначены для инженерно-технических работников предприятий сборного железобетона научно-исследовательских и проектных организаций.

Ил.8.

© Ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт бетона и железобетона, 1983.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящие Рекомендации составлены в развитие "Руководства по технологии формования железобетонных изделий" (М., 1977) применительно к технологии вибропротяжного формования с учетом новых результатов исследований, передового производственного опыта, а также результатов работы некоторых проектно-конструкторских и научно-исследовательских организаций.

Технико-экономическая эффективность вибропротяжной технологии обусловлена высокой производительностью труда за счет полной механизации всех производственных процессов, возможностью снижения металло- и энергоемкости изделий, а также получения экономии цемента за счет использования более жестких смесей.

Рекомендации разработаны НИИЖБ Госстроя СССР (д-р техн. наук И.Ф.Руденко, кандидаты техн.наук Е.З,Аксельрод, С.А.Селиванова, Л.П.Зотова, В.Н.Кузин) при участии ВНИИЖелезобетона Минстройматериалов СССР (канд.техн.наук Д.Ф.Толорая) и института "Гипростроммаш" Минстройдормаша СССР (канд.техн.наук В.А.Ли, инж. О.М.Рыков).

Все замечания и предложения по содержанию Рекомендаций просим направлять в НИИЖБ по адресу: 109389, Москва, 2-я Институтская ул., д.6.

Дирекция НИИЖБ

I. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Настоящие Рекомендации распространяются на вибропротяжную технологию формования сборных железобетонных конструкций и изделий из тяжелых и легких бетонов.

I.2. Вибропротяжная технология является одним из методов поверхностного формования изделий и предусматривает использование различных видов вибропротяжных устройств (см.гл.3 настоящих Рекоменда - ций), конструкция которых позволяет производить укладку, уплотнение, формообразование, а в отдельных случаях и заглаживание поверхностей изделия.

I.3. Настоящие Рекомендации следует учитывать при производстве формовочных работ и расчетах технологических процессов формования, а также при проектировании форм и оснастки формовочного оборудования

I.4. Вибропротяжную технологию можно применять для горизонтального, вертикального или наклонного формования при условии, что изделие не имеет элементов, выступающих над поверхностью, примыкающей к рабочему органу, в том числе монтажных петель, закладных деталей и т.п.

2. БЕТОННЫЕ СМЕСИ, АРМАТУРНЫЕ КАРКАСЫ И ФОРМЫ

2.I. Бетонная смесь и входящие в ее состав компоненты должны удовлетворять требованиям ГОСТ на материалы для соответствующих видов бетона на тяжелых и легких заполнителях.

2.2. Основным параметром при назначении состава смеси является водоцементное отношение и удобоукладываемость (ГОСТ I0I8I-8I) - жесткость (Ж, с) или осадки конуса (ОК, см).

2.3. Водоцементное отношение назначается из условия обеспечения заданной прочности бетона при отклонении до ± 5 %.

2.4. Удобоукладываемость бетонной смеси следует назначать с учетом момента ее использования в деле и исходя из условия обеспечения заданного качества в диапазоне жесткости Ж = 8–25 с , а для густоармированных конструкций сечением до 20 мм - от ОК = 3 см до Ж = I0с при отклонениях: по жесткости до -20 %, по осадке конуса до +30 %.

2.5. Бетонная смесь, поступающая на пост формования, должна обладать требуемой удобоукладываемостью, сохранять исходную однород - ность и температуру не ниже t = 5 °С.

2.6. Арматурные элементы и закладные детали должны соответствовать рабочим чертежам изделий, а максимально укрупненные сетки и

каркасы – отвечать требованиям ГОСТ 10922-75, СН-393-78 и других нормативов на изготовление сварных каркасов, действующих на данном предприятии.

Примечание: Не допускается применять арматуру со следами смазки, с отслаивающейся ржавчиной, налипшим раствором и прочими загрязнениями.

2.7. Арматура с целью обеспечения ее проектного положения и заданной толщины защитного слоя бетона должна быть оснащена фиксаторами.

Во избежание возможных деформаций и смещения арматурного каркаса, а также смещения закладных деталей в направлении движения формовочного устройства, должны быть предусмотрены мероприятия по их креплению к форме.

2.8. Формы, матрицы и стенды должны соответствовать ГОСТ 18886-73, а также стендартам на формы для конкретных видов изделий и обеспечивать размеры изделия в пределах отклонений, допускаемых ГОСТ 13015-75 и рабочими чертежами на изделие.

2.9. Высота поперечных бортов формы(относительно направления движения вибропротяжного устройства) должна быть на 2-4 мм ниже высоты ее продольных бортов.

2.10. Высота опалубочных деталей (вкладышей, проемообразователей и т.п.), которые крепятся к поддону или бортам формы, должна быть на 5 мм ниже уровня продольных бортов.

2.11. Высоту продольных бортов формы, в том случае, если вибропротяжное устройство не соприкасается с ней в процессе формования, следует принимать: максимальную – равную минимальной толщине изделия (с учетом минусового допуска), минимальную – на 3-5 мм меньше.

2.12. К формам, предназначенным для изготовления изделий с последующей механизированной отделкой поверхности, предъявляются дополнительные требования:

высота поперечных бортов, а также все детали, крепящиеся к поддону или бортам форм, должны быть на 2-4 мм меньше высоты продольных бортов;

для защиты верхней поверхности борта, по которому перемещается рабочий орган отделочного устройства, от износа должны быть предусмотрены металлические полосы толщиной 8 мм и шириной не менее 40 мм.

2.13. Формы на пост формования должны поступать в готовом виде, т.е. должны быть тщательно очищены и смазаны, а также оснащены согласно рабочим чертежам соответствующими закладными деталями и надежно закрепленным в проектном положении арматурным каркасам.

2.I4. Стенды и матрицы, предназначенные для изготовления пространственных конструкций, должны обладать достаточной массой и жесткостью либо, во избежание передачи вибрации на свежеотформованную часть изделия и оплывание смеси, их следует выполнять из отдельных виброизолированных секций.

2.I5. Прежде, чем приступить к формованию, особое внимание следует обратить на надежность крепления закладных деталей, распределительных коробок и трубок электропроводки с целью исключения их смещения в процессе формования. При этом способы крепления деталей, а также операция по их установке, фиксации и освобождению должны выполняться с минимальными затратами труда и времени.

3. ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ ВИБРОПРОТЯЖНЫХ УСТРОЙСТВ

3.I. Выбор схемы вибропротяжного устройства зависит от:

технологии и положения изделия при формовании (горизонтальное, вертикальное или наклонное),

формы изделий (плоские, пространственные или объемные, в т о м числе трубчатые).

3.2. Вибропротяжное устройство может быть выполнено стационарным, когда относительно него в процессе формования перемещаются формы, или в виде самоходного агрегата, перемещающегося относительно неподвижных форм или вдоль стенда.

3.3. В состав вибропротяжных устройств, предназначенных д л я горизонтального формования плоских или ребристых изделий, как правило, входит (рис.I):

вибронасадок, который, в свою очередь, состоит из приемного бункера, вплотную примыкающей к нему (или составляющей с ним одно целое) виброформующей плиты и затвора;

стабилизатор или заглаживающие брусья, вплотную примыкающие к задней кромке виброформующей плиты;

бункер-питатель.

3.4. Вибронасадок предназначен для приема поступающей из бункера-питателя смеси, ее предварительного уплотнения в вибробункере, распределения и затем окончательного уплотнения в изделии под виброформующей плитой.

Вибронасадок может быть подвешен на упругих опорах, фиксирующих его положение относительно верхней поверхности формуемого изделия и исключающих передачу вибрации на раму машины, либо может опираться непосредственно на верхнюю поверхность бортов формы. Первая схема более предпочтительна, поскольку позволяет исключить виброударную нагрузку на борта формы и обеспечивает меньший уровень шума.

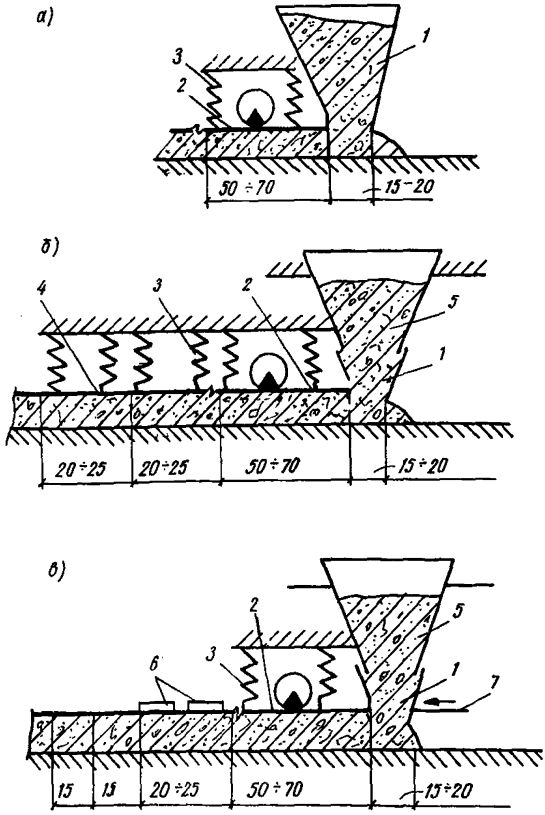


Рис.I. Схемы вибропротяжных устройств
а - без стабилизатора; б - со стабилизатором; в - с заглаживающими устройствами

I - вибробункер; 2 - виброформующая плита; 3 - пружины; 4 - стабилизатор; 5 - бункер-питатель; 6 - заглаживающие устройства; 7 - шибер

3.5. Виброформующая плита, предназначена для окончательного уплотнения смеси, д о л ж н а б ы т ь равна ширине изделия и может быть выполнена: для случая использования вибровала с вынесенным электродвигателем - сплошной, для случая использования встроенного электродвигателя - сборной, т.е. состоящей из отдельных секций, каждая из которых крепится к раме с помощью индивидуальных упругих (резиновых) опор, а между секциями устанавливаются упругие герметизирующие прокладки.

Если виброформующая плита и вибробункер выполнены раздельными, между ними, для предотвращения выдавливания бетонной смеси, устанавливается герметизирующая прокладка.

3.6. Стабилизатор представляет собой виброизолированную, подвешенную на упругих опорах к раме машины опалубку, и предназначен для ограничения верхней поверхности изделия и предохранения разжиженной смеси от выдавливания в зоне, расположенной непосредственно у задней кромки виброформующей плиты, т.е. для калибровки изделия по высоте.

Для полного исключения вибрации смеси в зоне, примыкающей к выходной части стабилизатора, его рекомендуется выполнять из д в у х последовательных установленных секций.

В отдельных случаях роль стабилизатора могут выполнять два установленных друг за другом и вплотную к виброформующей плите заглаживающих бруса, совершающих поперечные возвратно-поступательные движения относительно формы.

3.7. Бункер-питатель обеспечивает подачу смеси в вибробункер и наличие в нем заданного подпора. В том случае, если в конструкции вибробункера не предусмотрено специальное устройство для распределения смеси, питатель, независимо от своего типа (ленточный, бара - банный и т.д.) должен обеспечить подачу смеси по всей ширине вибробункера.

3.8. Конструктивная схема вибропротяжных устройств для горизонтального формования пространственных конструкций в целом аналогична схеме, описание которой приведено в п.3.3 настоящий Рекомендаций, но имеет некоторые отличия:

при изготовлении изделий и конструкций с криволинейной по длине поверхностью (например, панелей-оболочек), для перемещения вибро - протяжного устройства должно быть предусмотрено приспособление, повторяющее форму поверхности формуемого изделия;

при формовании пространственных конструкций с криволинейным поперечным сечением (складчатые покрытия, лотки оросительных систем и т.д.), форма виброформующей плиты и стабилизатора должны соответствовать форме сечения конструкции (рис.2).

3.9. Для вертикального формования плоских и объемных элементов, используются,как правило, подвижные щиты, позволяющие осуществлять одно- и двухстороннее уплотнение (рис.3 и 4).

4. ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМОВАНИЯ

4.I. Бетонная смесь, поступающая на пост формования, должна отвечать требованиям, перечисленным в пп. 2.I-2.5 настоящих Рекомендаций.

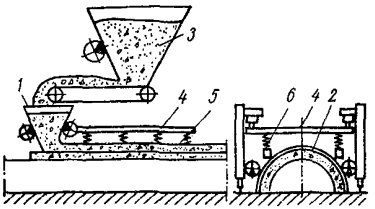
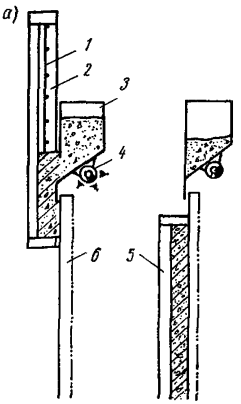


Рис.2. Схема вибропротяжного устройства для горизонтального формования пространственных конструкций

I - вибробункер; 2 - формующая поверхность; 3 - бункер-питатель ; 4 - рама; 5 - стабилизатор-опалубка; 6 - пружины



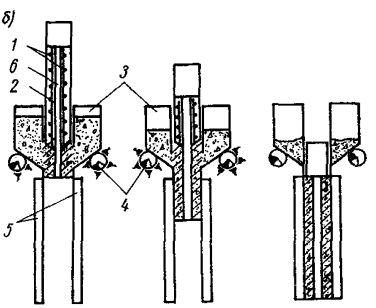


Рис.3. Схема двустороннего (а) и одностороннего (б) формования плоских изделий с помощью подвижных щитов

I - арматура; 2 - бортоснастка; 3 - вибробункер; 4 - вибровозбудитель; 5 - щит; 6 - форма

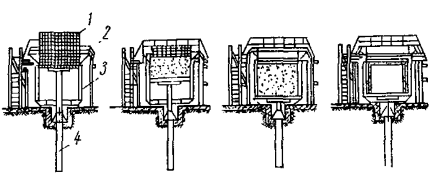


Рис.4. Схема формования объемных блоков

I - сердечник с арматурой; 2 - вибробункер; 3 - наружная оснастка; 4 - подъемник

4.2. Подвижность или жесткость смеси следует назначать с учетом параметров формовочного оборудования, толщины и характера армирования изделия и исходя из требований экономичности и обеспечения качества изделий, в том числе равномерного уплотнения по всему объему с коэффициентом уплотнения $K_у \geq 0{,}96$, отсутствия каверн, расслоений и формовочных трещин (см.гл.5).

4.3. С целью повышения производительности формовочного поста и исключения необходимости применения затворов вибробункеров формование предпочтительнее производить либо при непрерывном перемещении следующих вплотную друг за другом форм, либо непрерывной полосой на стендах.

4.4. Перед началом работ следует убедиться в правильности оснащения формы и соблюдении величины зазора между верхней поверхностью продольных бортов и виброформующей поверхностью вибронасадка (см. п.2.II настоящих Рекомендаций).

4.5. Независимо от принятой технологии за 25–40 с до начала формования необходимо одновременно с включением вибровозбудителей начать подачу смеси в вибробункер.

4.6. В том случае, если арматурный каркас не обладает достаточной жесткостью в направлении формования и (или) при его недостаточной фиксации необходимо предусмотреть мероприятия в виде козырьков или шиберов, мешающие появлению валика бетонной смеси перед вибробункером и снижающие возможность сдвига и деформаций арматурного каркаса с выгибом вверх относительно поддона.

4.7. Высота слоя смеси в вибробункере в процессе формования должна быть постоянной и не менее 50 см.

5. ВЫБОР И РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ФОРМОВАНИЯ И НАГРУЗОК НА ОБОРУДОВАНИЕ

5.I. Выбор оптимальных режимов вибрирования (амплитуды и частоты смещения), статического давления, скорости формования, а также расчет нагрузок, действующих на оборудование, следует производить в зависимости от вида применяемой смеси, характера армирования и размеров формуемого изделия с учетом требований, предъявляемых к его качеству.

5.2. Рекомендуемые профили и характерные размеры вибропротяжных устройств для горизонтального формования плоских и пространственных элементов приведены на рис.I и 2.

При формовании пространственных конструкций криволинейного поперечного сечения для ускорения и обеспечения более равномерного поступления смеси под формующую плиту последняя должна иметь наклон к горизонту не более 45^{0} (рис.5). При этом в вибробункере необходимо предусмотреть установку вибраторов, виброножей, вибродиафрагм, виброрешеток и тому подобных устройств, конструкция и размеры которых устанавливаются опытным путем.

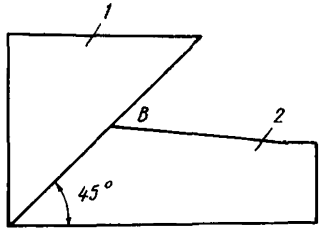


Рис.5. Примыкание вибробункера (I) к формующей поверхности (2)

5.3. Частоту колебаний виброоргана рекомендуется принимать в пределах n = 3000–6000 кол/мин.

Наиболее предпочтительным является применение высокочастотных режимов, что позволяет применять более экономичные жесткие смеси, обеспечивает повышение производительности труда, сокращение расхода цемента и снижение энергозатрат при увеличении оборачиваемости парка форм.

5.4. Статический момент вибровозбудителя $К_{м}$, Нсм, определяется зависимостью

$$К_{м} = 10A\left[G_{в} + (0,2 - 0,25)\,G_{б}\right] , \qquad (1)$$

где A – амплитуда колебаний виброоргана, см; $G_{в}$ и $G_{б}$ – масса соответственно вибрирующих частей виброоргана и вибрируемой бетонной смеси, кг.

5.5. Массу вибрирующих частей рабочего органа $G_{в}$, кг, рекомендуется принимать равной

$$G_{в} \approx (0,02 - 0,045)\cdot S \qquad (2)$$

где S – площадь виброформующей поверхности, $см^{2}$; при этом меньшие значения соответствуют случаю использования электромеханических вибраторов со встроенным электродвигателем.

5.6. Массу вибрируемой бетонной смеси $G_{б}$, кг, следует принимать равной сумме масс смеси, находящейся в вибробункере $G_{вб}$ и под виброформующей поверхностью $G_{вп}$

$$G_{б} = G_{вб} + G_{вп} = \left(h_{в}\cdot t\cdot b_{пр} + h_{б}\cdot a\cdot t\right)\cdot 2,4^{-3} , \qquad (3)$$

где b – приведенная длина полости вибробункера; a – длина вибро –

формующей плиты, см; l – ширина изделия, см; $h_б$ – толщина уплотненной смеси в изделии.

5.7. Статическое давление на смесь $P_{ст}$, МПа, в процессе формования определяется величиной гидростатического подпора смеси в вибробункере

$$P_{ст} \approx 2{,}4.10^{-4} h_в \quad , \qquad (4)$$

где $h_в$ – высота смеси в вибробункере, см.

5.8. Предельная толщина уплотненной смеси в изделии $h_б$ зависит от заданных значений статического давления $P_{ст}$, МПа, и жесткости смеси Ж, с (по ГОСТ 10181-81), а также частоты колебаний n виброоргана , кол/мин, и определяется по формуле

$$h_б \leq 23{,}4 + 1{,}91.10^{3} P_{ст} - 1{,}83Ж - 7{,}2.10^{-3} n - 8.10^{4}.P_{см}^{2} + 5{,}8.10^{-2}.Ж^{2} + 6.10^{-7}.n^{2} - 42{,}5\, P_{ст} Ж + 0{,}347.P_{ст} \cdot n \quad . \qquad (5)$$

5.9. Пористость* уплотненной смеси П (в относительных единицах) рекомендуется определять по формуле

$$П = \frac{1}{10^{4}} - \left[(102 - 2{,}4Ж) + \frac{60\,(185+17Ж)\,(0{,}1+P_{ст})}{\varepsilon n} \right] , \qquad (6)$$

где ε – показатель относительной деформации уплотненной смеси, равный $\frac{A}{h_б}$.

5.10. Модуль упругости виброуплотняемой бетонной смеси $E_б$ МПа, равен

$$E_б = \frac{(0{,}1 + P_{ст})^{2}}{0{,}11} \qquad (7)$$

5.11. Скорость распространения колебаний в смеси С, см/с, определяют по формуле

$$C \approx 10^{3} \sqrt{4{,}1\, E_б} \quad , \qquad (8)$$

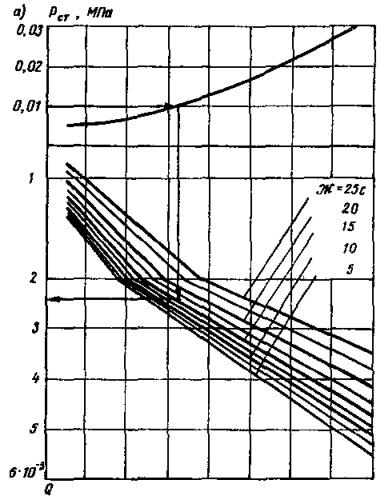
где $E_б$ – модуль упругости бетонной смеси, МПа.

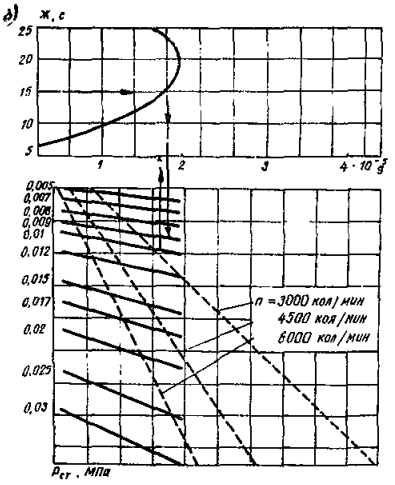
5.12. Коэффициент затухания колебаний в смеси η , $см^{-1}$, определяют по формуле

$$\eta = -1{,}44.10^{-2} + 7{,}0.10^{-5} Ж + (6{,}35.10^{-5} + 3{,}3.10^{-6} Ж).0{,}1047.n \quad . \qquad (9)$$

---

* Примечание. Методику определения пористости см. в "Руководстве по технологии формования железобетонных изделий". М., 1977.





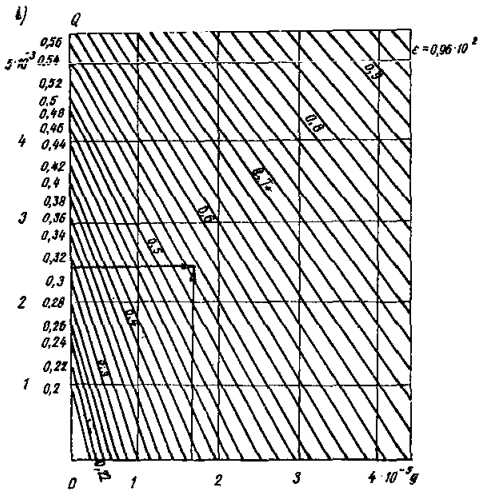


Рис.6. Номограммы для определения максимально допустимых деформаций смеси

а и б – определение соответственно Q и по заданным значениям $P_{ст}$ и Ж; в – определение ε по найденным значениям Q и g

5.I3. Относительные деформации смеси при вибрации не должны превышать предельных значений, из которых максимальные значения $\varepsilon_{макс}$ находят по номограммам (рис.6,а,б,в), а минимальные $\varepsilon_{мин}$ – по формуле

$$\varepsilon_{мин} = \frac{(I85+I7Ж)\ (0,I+P_{ст}).60}{(300-2,4Ж).n}, \qquad (I0)$$

5.I4. Амплитуда колебаний рабочего органа должна удовлетворять

а) при $h_б \leq \frac{I5\ C}{n}$ – условиям (II) и (I2):

$$A_{макс} = \varepsilon_{макс} \sqrt{\frac{ch\,2\eta h_б - \cos 2\frac{0,105n \cdot h_б}{c}}{2\left[\eta^2 + \left(\frac{0,105n}{c}\right)^2\right]}}; \qquad (II)$$

$$A_{мин} = \frac{\varepsilon_{мин}}{\varepsilon_{макс}} \cdot A_{макс} \sqrt{\frac{2}{ch^2\eta h_б + \cos 2\frac{0,105n \cdot h_б}{c}}}; \qquad (I2)$$

б) при $h_б \leq \frac{30\ C}{n}$ – условиям (I3) и (I4):

$$A_{макс} = \varepsilon_{макс} \sqrt{\frac{ch\,2\eta h_б - \cos 2\frac{0,105n\,h_б}{c}}{\left[\eta^2 + \left(\frac{0,105n}{c}\right)^2\right]\left(ch^2\eta h_б + \cos 2\frac{0,105n h_б}{c}\right)}}; \qquad (I3)$$

$$A_{мин} = \varepsilon_{мин} \sqrt{\frac{ch\,2\eta h_б - \cos 2\frac{0,105 \cdot n \cdot h_б}{c}}{\left[\eta^2 + \left(\frac{0,105n}{c}\right)^2\right]\left(ch\,\eta\frac{\pi c}{0,105n} - 1\right)}} \qquad (I4)$$

В формулах (II)–(I4):

C – см. формулу (8); η – см. формулу (9),

Примечание. При $h_б \leq \frac{30C}{n}$ значение $A_{макс}$ следует определять по формулам (II) и (I3) и принимать по меньшему значению.

Для приближенных расчетов при $h \leq I5$ см амплитуду колебаний рабочего органа можно определять из условия

$$\varepsilon_{мин}\, h_б \leq A \leq \varepsilon_{макс} \cdot h_б$$

5.I5. Вибровязкость бетонной смеси $h_б$, П, определяют:

а) при $P_{ст} < 0,02$ – по формуле

$$\eta_в = (0,67 + \frac{0,482.I0^9}{\varepsilon n^3})\ Ж.I0^3; \qquad (I6)$$

б) при $0,02 < P_{ст} \leq 0,03$ - по формуле

$$\eta_в = (0,88 + \frac{13,15,10^9}{\varepsilon n^3}) Ж.10^3. \qquad (17)$$

5.16. Максимальное тяговое усилие вибропротяжного устройства $F_в$, Н обусловленное сопротивлением смеси под виброформующей поверхностью и соответствующее максимальной скорости формования, определяют по формуле

$$F_в \simeq 3.10^{-1} (\varepsilon \frac{d_{ai} h_{ai}}{2 t_i} .2,5+1)^2 \cdot S, \qquad (18)$$

где S - см.формулу (2); d_{ai} - диаметр стержней арматуры, расположенной в направлении, поперечном формованию, см; h_{ai} - расстояние либо от некой точки в сечении изделия, либо от плоскости подвижного поддона, либо от неподвижной виброформующей поверхности, где скорость движения смеси относительно формы равна нулю, до арматурных стержней; t_i - расстояние между стержнями арматуры, см.

5.17. Тяговое усилие вибропротяжного устройства, обусловленное сопротивлением перемещению стабилизатора $F_{ст}$, Н, равно

$$F_{ст} \simeq 3.S_{ст} , \qquad (19)$$

где $S_{ст}$ - площадь стабилизатора, $см^2$.

5.18. Суммарное тяговое усилие F, Н, без учета механических сопротивлений равно

$$F = F_в + F_{ст} \pm F_м , \qquad (20)$$

где $F_в$ и $F_{ст}$ - см.формулы соответственно (18) и (19); $F_м$ - величина, определяемая массой формы при ее вертикальном перемещении (например, при формовании подвижными щитами). При этом з н а к "плюс" соответствует перемещению формы вверх, знак "минус" - перемещению вниз.

5.19. Скорость вибропротяжного формования $V_ф$, м/мин, не должна быть более

$$V_ф = 1,5 \ 10^4 \left(\varepsilon \frac{d_{ai} h_{ai}}{2 t_i} 2,5 + 1 \right) \frac{h_б}{\eta} , \qquad (21)$$

где d_{ai}, h_{ai} и t_i - см. формулу (18); $h_б$ - см. формулу (16); $h_б$ - см. формулу (3).

5.20. Величину динамического давления на виброорган $P_д$, М П а , рекомендуется определять по формуле

$$P_д \approx \frac{E_б A}{h_б} , \qquad (22)$$

где $E_б$ – см. формулу (8); А – см. формулу (I); $h_б$ – см. формулу (3).

5.2I. Мощность, потребляемая бетонной смесью при формовании N_2, кВт, рекомендуется определять по формуле

$$N_2 = 0{,}I25 \cdot I0^{-5} S \cdot A \cdot n , \qquad (23)$$

где S – см.формулу (I9); А – см.формулу (I) и n – см.п.5.7 настоящих Рекомендаций.

5.22. Масса стабилизаторов $G_{ст}$, кг, при горизонтальном формовании определяют из условия

$$G_{ст} \geq \frac{9{,}I5 \cdot P_д \cdot S_{ст} I0^8}{3 n^2} , \qquad (24)$$

где $P_д$ – см.формулу (22).

5.23. Во избежание передачи вибрации от виброоргана и стабилизаторов на раму машины жесткость упругих опор К, Н.см, рекомендуется назначать из условия

$$\frac{P_{ст} \cdot S}{\Delta} \leq \varepsilon K \leq \frac{I0{,}95 \cdot n^2 G_п}{3-6} \cdot I0^{-6}, \qquad (25)$$

где $G_п$ – виброизолированная масса виброоргана, кг; Δ – допустимое отклонение толщины изделия, см.

6. ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЙ РЕГЛАМЕНТ НА ФОРМОВОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

6.I. Компановка узлов вибрирующей части рабочего органа должна быть такой, чтобы расположение координат точки приложения равнодействующей активных и реактивных сил либо совпадали с центром м а с с системы, либо находились на некотором расстоянии от него с таким расчетом, чтобы амплитуда колебаний виброформующей поверхности в направлении, перпендикулярном формуемому изделию, распределялась от значений, соответствующих максимально допустимым величинам относительных деформаций в заходной части, до минимальных, – соответствующих минимально допустимой величине относительной деформации в конечной части (см. пп. 5.3–5.7 и 5.I2 настоящих Рекомендаций).

6.2. При разработке оборудования особое внимание следует обратить на обеспечение условий удобства обслуживания, монтажа и ремонта, а также на мероприятия по повышению долговечности подшипников вибровозбудителей, вибровалов, сварных и болтовых соединений. Срок службы вибровозбудителей должен составлять не менее 2000 ч календарного времени.

6.3. При использовании в качестве привода для вибровозбудителя отдельного электродвигателя, следует предусматривать меры по е г о виброизоляции.

6.4. В конструкции вибровозбудителя должна быть предусмотрена возможность регулирования величины статического момента в пределах $\pm$50 % номинала.

6.5. Для обеспечения надежности работы вибровозбудителя следует обеспечить надежную контровку болтовых соединений. Посадочные места вибровозбудителей должны быть выполнены таким образом, чтобы исключить возможность работы болтов на срез, а в случае применения соединительных валов посадка должна обеспечить надежность центровки каждого вибровозбудителя.

6.6. При использовании серийно выпускаемых вибраторов со встроенным электродвигателем, конструкцию вибрирующих элементов рабочего органа желательно принимать секционной, с установкой между секциями герметизирующих упругих прокладок.

6.7. С целью снижения уровня шума и во избежание появления изгибных колебаний металлической обшивки, а следовательно, повышения надежности виброузлов, их конструкция должна обладать достаточной жесткостью и минимальной массой. Полость, в которой помещаются вибровозбудители должна плотно закрываться, а ее внутренняя поверхность – покрыта звукопоглощающим материалом. Упругие опоры должны быть, как правило, выполнены из резиновых элементов.

6.8. Конструкция упругих опор должна позволять производить регулировку положения рабочего органа по высоте в пределах до 20 мм.

6.9. При изготовлении изделий широкой номенклатуры конструкция вибропротяжного устройства должна позволять производить регулировку по высоте и переналадку по ширине формуемого изделия.

При стендовой технологии формования в конструкции вибробункера должен быть предусмотрен затвор.

6.10. При формовании пространственных изделий с криволинейной поверхностью по длине рама вибропротяжного устройства должна опираться на рельсовый путь, кривизна которого должна соответствовать

кривизне изделия. При формовании изделий в положении "кривизной вверх" в направлении, поперечном перемещению машины, рабочий орган и стабилизирующая опалубка должны быть снабжены устройствами, предохраняющими от вытекания бетонной смеси (см. п.3.8 настоящих Рекомендаций).

6.II. Стабилизирующая опалубка должна быть выполнена в виде двух последовательно расположенных брусьев с поперечным сечением, соответствующим профилю формуемого изделия, и иметь надежную виброизоляцию относительно рамы машины.

6.I2. При разработке формовочных устройств следует стремиться к полной механизации и автоматизации процесса формования, а также к максимальной унификации и стандартизации деталей машины.

Приложение

ПРИМЕР РАСЧЕТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВИБРОПРОТЯЖНОГО УСТРОЙСТВА

Требуется определить основные технологические параметры вибро - органа:

величину статического давления бетонной смеси $P_{ст}$, МПа;

тяговое усилие виброоргана $F_в$, Н;

динамическое давление виброоргана на смесь $P_д$, МПа;

массу стабилизирующей опалубки $G_{ст}$, кг, и виброоргана $G_{ст}$, кг, при изготовлении плит толщиной 5 и I4 см, армированных металлическими каркасами из стержней соответственно диаметром $d_а$ = 0,5 и 0,I см, расположенных на расстоянии t = I0 и 20 см и h = 2 и I,5 (I2,5) см (см. п.5.I5 настоящих Рекомендаций), формуемых с частотой колебаний виброоргана n = 3000 и 4500 кол/мин.

Последовательность расчета

I. По формуле (4) находим величину статического давления смеси в вибробункере при $h_в$ = 4I см

$$P_{ст} = 2{,}4.10^{-4}.41 = 0{,}010 \text{ МПа}.$$

2. По формуле (5) находим предельные значения толщины уплотненной смеси $h_б$, принимая Ж = 5–30 с (с интервалом 5 с) при n = 3000 и 4500 кол/мин и $P_{ст}$ = 0,0I0 МПа и строим график (см.рис.7) в результате чего получим:

а) для $h_б$ = I4 см при n = 3000 кол/мин Ж = 8 с;

при n = 4500 кол/мин Ж = I3 с;

б) $h_б$ = 5 см – соответственно Ж = 22–29 с.

3. По формулам (II)-(I4) находим предельные значения амплитуды колебаний виброоргана А, мм, необходимые для получения изделий толщиной $h_б$ = 5 и I4 см. При этом находим: $\varepsilon_{мин}$ – по формуле (I0), $\varepsilon_{макс}$ – по номограмме рис. 6,а,б,в; коэффициент затухания – по формуле (9) (при $E_б \approx 2{,}5$ МПа). В результате получаем (рис.7):

а) для $h_б$ = I4 см

при n = 3000 кол/мин и Ж = 8 с — А = 0,55 мм;

при n = 4500 кол/мин и Ж = I3 с — А = 0,35 мм;

б) для $h_б$ = I4 см

при n = 3000 кол/мин и Ж = 22 с — А = 0,25 мм;

при n = 4500 кол/мин и Ж = 29 с — А = 0,2 мм.

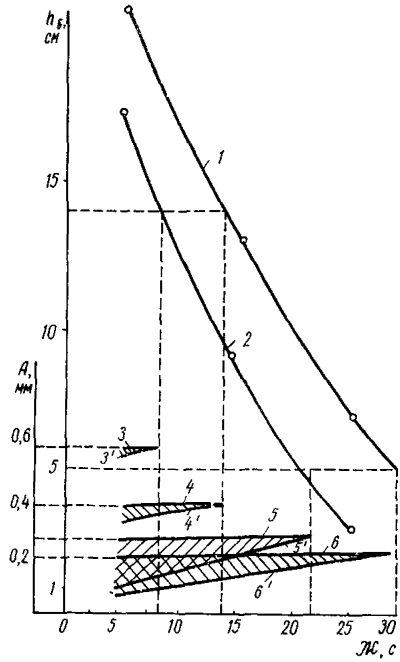


Рис.7. Зависимость толщины изделия и амплитуды колебаний виброоргана от жесткости смеси и частоты вибрирования при $P_{ст}$ = 0,01 МПа

I – n = 4500 кол/мин;
2 – n = 3000 кол/мин;
3 и 3 ; 4 и 4 – максимальные и минимальные значения амплитуды колебаний виброоргана для $h_б$ = I4 см при n = 3000 кол/мин (кривые 3 и 3') и при n = 4500 кол/мин (кривые 4 и 4); 5 и 5; 6 и 6 — то же, для $h_б$ = 5 см ; n = 3000 кол/мин (кривые 5 и 5) и n = 4500 кол/мин (кривые 6 и 6')

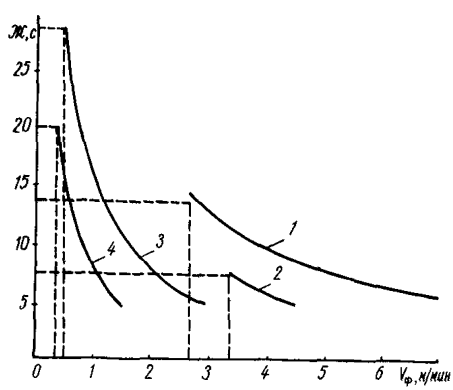


Рис.8. Скорость формования в зависимости от жесткости смеси и толщины изделия

I и 2 – $h_б$ = I4 см соответственно n = 4500 и 3000 кол/мин; 3 и 4 – то же, $h_б$ = 5 см

4. По формуле (2I) находим скорость формования $V_ф$, м/мин, с учетом $\eta_б$ – см. формулу (I6) и $\varepsilon_{мин}$ – см. формулу (I0), а также значений Ж и $P_{ст}$ (см.рис.7 и п.2 расчета); результаты определения приведены на рис.8. откуда следует, что:

а) для $h_б$ = I4 см при n = 3000 кол/мин – $V_ф$ = 2,7 м/мин;
при n = 4500 кол/мин – $V_ф$ = 3,3 м/мин

б) для $h_б$ = 5 см при n = 3000 кол/мин – $V_ф$ = 0,35 м/мин;
при n = 4500 кол/мин – $V_ф$ = 0,5 м/мин

5. По формуле (I8) определяем тяговое усилие вибропротяжного устройства $F_в$, Н, для предельных значений скорости формования. Получаем:

а) при $h_б$ = 5 см

$$F_в = 3.10^{-1}\left(\frac{0,5.2,2,5}{2.10} + 1\right) 50.300 = 5,062 \text{ Н};$$

б) при $h_б$ = I4 см

$$F_в = 3.10^{-1}\left(\frac{0,1.1,5}{2.20} + \frac{0,1.12,5}{2.20}\right) 2,5.11.50.300 = 5,332\text{Н},$$

где 50 и 300 – соответственно длина и ширина виброоргана.

6. Для определения по формуле (22) максимального динамического давления $P_д$, МПа, действующего на смесь в процессе ее виброуплотнения при n = 3000 и 4500 кол/мин, находим:

модуль упругости бетонной смеси $E_б$, МПа, – по формуле (8);

амплитуду колебаний виброоргана – по рис.7.

Результаты расчета сведены в таблицу.

n = 3000 кол/мин		n = 4500 кол/мин	
A см	$E_б$ МПа	A см	$E_б$ МПа
0,055	5,43	0,036	5,95
0,025	3,47	0,02	3,32

* Перед чертой – для $h_б$ = I4 см; после черты – для $h_б$ = 5 см.

Подставляя данные таблицы в формулу (22), находим значение $P_д$, соответственно при n = 3000 и 4500 кол/мин:

а) для $h_б$ = 5 см

$$P_д = \frac{3,47.2,5.10^{-2}}{5} = 1,73.10^{-2} \text{ МПа};$$

$$P_д = \frac{3.32.2.10^{-2}}{5} = 1{,}32.10^{-2}\ \text{МПа};$$

б) для $h_б$ = 14 см

$$P_д = \frac{5{,}43.5{,}5.10^{-2}}{14} = 2{,}133.10^{-2}\ \text{МПа};$$

$$P_д = \frac{5{,}96.3{,}5.10^{-2}}{14} = 1{,}49.10^{-2}\ \text{МПа}.$$

8. По формуле (24) находим массу стабилизирующей опалубки $G_{ст}$, кг, соответственно при n =3000 кол/мин и n =4500 кол/мин (при длине стабилизатора 50 см и его площади, равной $S_{ст}$= 50.300 = $1{,}5.10^4$см):

а) для $h_б$ = 5 см

$$G_{ст} \geq \frac{9{,}15.1{,}73.10^{-2}.1{,}5.10^4.10^8}{3.3000^2} = 870\ \text{кг};$$

$$G_{ст} \geq \frac{9{,}15.1{,}32.10^{-2}.1{,}5.10^4.10^8}{3.4500^2} = 200\ \text{кг};$$

б) для $h_б$ = 14 см

$$G_{ст} \geq \frac{9{,}15.1{,}33.10^{-2}.1{,}5.10^4.10^8}{3.3000^2} = 1000\ \text{кг};$$

$$G_{ст} \geq \frac{9{,}15.1{,}49.10^{-2}.1{,}5.10^4.10^8}{3.4500^2} = 300\ \text{кг}.$$

9. Определяем массу вибрирующих частей рабочего органа по формуле (2)

$$G_в = 0{,}03.15000 = 450\ \text{кг}.$$

10. Принимая общую массу бетонной смеси из условия п.5.6 настоящих Рекомендаций, по формуле (1) находим требуемые значения статических моментов вибровозбудителей К, кг.см,

$$G_в = (41.300.300 + h_б.50.300).2{,}4.10^{-3}\ \text{кг}.$$

Тогда.

для $h_б$ = 5 см ..... $G_в$ = 1065 кг;

для $h_б$ = 14 см ..... $G_в$ = 1389,6 кг.

Для полученных значений А, $P_{ст}$ и $G_в$ статические моменты вибровозбудителя будут равны соответственно при n = 3000 и 4500 кол/мин

а) для $h_б$ = 5 см

$K_м$ = I0.0,025 (450+0,25.I066) = I79 кг.см,

$K_м$ = I0.0,02 (450+0,25.I066) = I43 кг.см;

б) для $h_б$ = I4 см

$K_м$ = I0.0,055 (450+0,25.I390) = 438 кг.см;

$K_м$ = I0.0,036 (450I0,25.I390) = 268 кг.см.

II. По формуле (23) определяем мощность N , кВт, потребляемую бетонной смесью

а) для $h_б$ = 5 см

N = 0,I25.I0^{-5}.I5.I0^{3}.0,025.3000 = I,4I3 кВт;

N = 0,I25.I0^{-5}.I5.I0^{3}.0,02.4500 = I,695 кВт;

б) для = I4 см

N = 0,I25.I0^{-5}.I5.I0^{3}.0,055.3000 = 3,I08 кВт;

N = 0,I25.I0^{-5}.I5.I0^{3}.0,035.4500 = 2,967 кВт.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
I. Основные положения	4
2. Бетонные смеси, арматурные каркасы и формы	4
3. Принципиальные схемы вибропротяжных устройств	6
4. Технология формования	8
5. Выбор и расчет технологических параметров формования и нагрузок, действующих на оборудование	I0
6. Технико-эксплуатационный регламент на формовочное оборудование	I6
Приложение. Пример расчета технологических параметров вибропротяжного устройства	I9

Рекомендации по технологии вибропротяжного формования железобетонных изделий

Отдел научно-технической информации НИИЖБ
Москва, I09389, 2-я Институтская ул., д.6

Редактор Т.В.Филиппова

Л - 92099 Подписано в печать I9/У-83 Заказ - 583
Формат 60х84/I6 Печ.л. I,5 Т - 200 экз. Цена 23 коп.

Типография ПЭМ ВНИИИС Госстроя СССР
I2I47I, Москва, Можайское шоссе, д.25.

gost.e-ecolog.ru