

A-1
ИНСТИТУТ СООРУЖЕНИЙ АКАДЕМИИ НАУК УЗССР

Инженер Н. А. Марканов

ПЕНОГАНЧ

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель кандидат
технических наук Н. В. Свечин

Ташкент — 1955 г.

„Успех строительства во многом зависит от эффективного использования местных строительных материалов“. Этот тезис, приведенный в Обращении всесоюзного совещания строителей, со всей убедительностью указывает на то значение, которое приобретает для массового строительства привлечение дополнительных источников местных строительных материалов.

Узбекистан располагает значительными природными запасами ганча, служащего сырьем для вяжущего, и такими же запасами камыша, но ни ганч, ни камыш в капитальном строительстве почти не применяются. На решение задачи более широкого и вместе с тем эффективного использования этих материалов и направлена работа по исследованию возможности получения пеноганча.

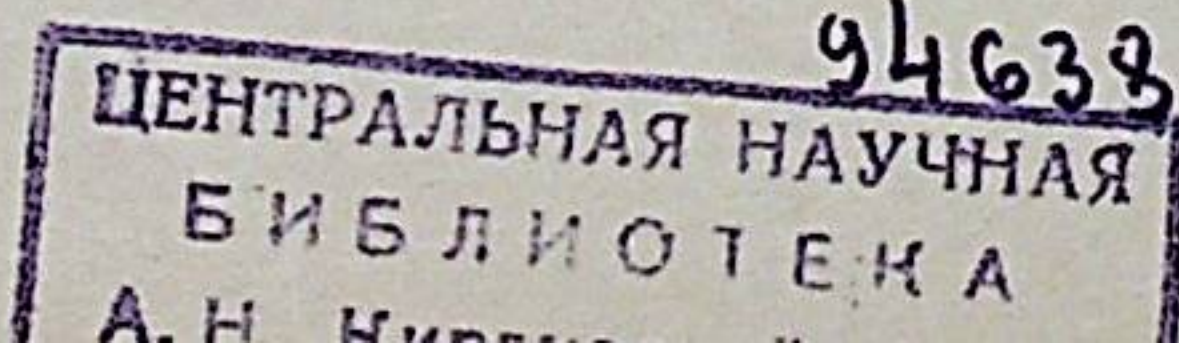
Пеноганч представляет собой ячеистый бетон, образующийся в результате перемешивания пены с ганчевым тестом. При армировании пеноганча стеблями камыша получается армированный пенобетон — армопеноганч, чем достигается повышение прочности при изгибе, снижение объемного веса и уменьшение расхода вяжущего вещества.

Предпосылкой к использованию камыша и ганча для производства ячеистых бетонов служат их свойства, в первую очередь, малый объемный вес и малая теплопроводность, а также и то, что ячеистые бетоны относятся к материалам, эффективность которых доказана и теоретически, и практикой применения их в индустриальном строительстве.

Цель исследования заключается в установлении способов получения и армирования пеноганча и в изучении свойств пеноганча и армопеноганча на предмет определения возможности использования их для производства сборных строительных изделий.

Г а н ч

Ганч относится к местным гипсовым вяжущим веществам и получается в результате термической обработки одноименной с ним гипсоносной породы. Он применялся еще в глубокой древности и для отделочных работ, и как материал для раствора, употреблявшегося при кирпичной кладке. О качестве этого материала



можно судить по сохранившимся памятникам старины, выдержавшим суровые испытания целого ряда столетий.

Современными исследованиями установлено, что из ганчевого сырья, содержащего свыше 75% гипса, обжигом при температуре около 180° получается воздушное вяжущее, которое может применяться наравне со строительным гипсом, и что при повышенных температурах обжига из ганча с малым содержанием гипса можно получить продукт, обладающий гидравлическими свойствами.

Запасы ганчевого сырья имеют промышленное значение. Добыча и переработка его в вяжущее осуществляется легче, чем гипса, но несмотря на все положительные качества, ганч в настоящее время в Узбекистане применяется лишь для штукатурки незначительных строительных объектов.

Изучение вопроса о ганчевом сырье показало, что природный ганч является землистой гипсоносной породой, состоящей из тонкодисперсного двуводного гипса, находящегося в тесной смеси с лёссовидными примесями. По химическому составу ганч отдельных месторождений имеет сходство с гипсом и с такими гипсоносными породами, как глиногипс и гажа. Однако от гажы он отличается минералогическим составом, так как вместо глины содержит лёссовидные примеси, а от глиногипса — и минералогическим составом, и большей степенью однородности и дисперсности. От гипса ганч отличается как землистым строением, так и по физическим признакам: он мягче гипса, легче истирается, размокает в воде, образуя вязкую массу.

Эти особенности ганчевого сырья положительно влияют на технологию производства вяжущих, а также на водопотребность и сроки схватывания готового продукта.

В районе Ташкента, являющегося для Узбекистана одним из основных пунктов потребления вяжущих, и вблизи от существующих гипсовых заводов расположены два ганчевых месторождения: шаимкопрюкское и янгиюльское.

Исходя из условий технико-экономического порядка, для пеноганча было намечено вяжущее, вырабатываемое при низких температурах обжига. Сырье шаимкопрюкского месторождения для принятых условий выработки не подходит, так как содержание гипса в нем не превышает 50%, и доброкачественный продукт из него может быть получен лишь при высоких температурах. Поэтому вяжущее для пеноганча получалось из сырья янгиюльского месторождения, анализ средней пробы которого показал, что содержание гипса в нем составляет 80,6%. Это месторождение в настоящее время не эксплуатируется: ташкентский и янгиюльский заводы используют исфаринский гипсовый камень, завозимый за 300 — 340 км.

Пробными обжигами было установлено, что янгиюльский ганч по прочности не уступает гипсу первого сорта и по сравнению с последним имеет замедленные сроки схватывания. Для получения пенобетона на гипсовом вяжущем этот фактор является положительным. Свойства ганча могут быть улучшены путем введения добавок или обработкой самозапариванием с применением средств и способов, установленных П. П. Будниковым и другими исследователями для улучшения свойств гипса без повышения температуры обжига.

Данные, характеризующие основные свойства ганча из сырья янгиюльского месторождения, приводятся в помещенной ниже таблице.

Способы обработки и добавки к ганчу	В : Г	Пластичность по ГОС I 125—41, см	Схватыван. мин.		Ясж, кг/см ² через	
			начало	конец	7 суток	28 суток
Обжиг в варочном котле	0,55	12	19	23	120	—
То же с добавкой 0,2% шереша ¹	0,58	12	32	42	132	—
Самозапаривание с добавкой 0,2% шереша	0,45	12	63	86	119	—
То же	0,33	0	—	—	211	—
Добавка к варочному ганчу 5% цемента	0,55	13	21	25	165	165
Затворение варочного ганча на карбамидной смоле	0,55	11	38	78	66	172

В качестве вяжущего для пеноганча был принят продукт, получавшийся в варочном котле с добавкой 0,2% шереша.

П е н о о б р а з о в а т е л и

В испытанных нами клееканифольном, сапониновом, смоло-сапониновом и алюмосульфонафтенном пенообразователях содержится ряд веществ, которые, по данным П. П. Будникова и дру-

¹ Шереш — местное растение из семейства лилейных. Порошок, получаемый из его корней, издавна служит для улучшения свойств ганча.

гих исследователей, способны влиять на свойства гипсовых вяжущих.

Испытания действия пенообразователей на ганч при добавке их к воде затворения показали, что клей, содержащийся в клееканифольном пенообразователе, удлиняет начало схватывания на 7 минут; конец схватывания на 10 минут и, судя по уменьшению диаметра расплыва теста, снижает его пластичность вдвое.

Алюмосульфонафтенный пенообразователь содержит сернокислый глинозем и натриевую соль нефтяных сульфокислот. Под их действием сроки схватывания сократились почти вдвое, а показатель пластичности уменьшился на 25%.

Смолосапониновый пенообразователь снизил показатель пластичности на 21%, а сапониновый — на 12,5%. В первом случае сказывается воздействие смолистых веществ. Эти пенообразователи вызвали замедление сроков схватывания на отрезок времени от 2 до 7 минут, что следует отнести к действию содержащихся в них белковых веществ.

На прочность ганча в меньшей степени повлиял сапониновый пенообразователь, вызвавший снижение предела прочности при сжатии на 3,6%. В остальных случаях этот показатель ухудшился на 10%. При добавке пенообразователей к воде затворения объемный вес затвердевшего ганча снижался с 1,28 до 1,15 г/см³. Это связано с повышением пористости материала, что является одной из причин понижения его прочности.

В процессе исследования было установлено, что клееканифольный пенообразователь в условиях жаркого лета портится уже через 2—3 дня после изготовления, а смолосапониновый даже в период изготовления его.

В результате сопоставления способов изготовления пенообразователей, определения их свойств и характера влияния на ганчевое вяжущее, для изготовления пеноганча был принят сапониновый пенообразователь, получаемый ежедневно к началу рабочего дня путем экстрагирования сапонины настаиванием порошка мыльного корня в воде в течение 12 часов.

П е н а

Пена представляет собой дисперсную ячеисто-пленочную систему, в которой дисперсионной средой является пенообразующая жидкость, а диспергированным веществом — воздух. Из всех способов получения пены наиболее оправдавшим себя при производстве пенобетонных изделий является способ, основанный на взбивании пенообразующей жидкости. В принятых у нас пеновзбивателях пена образуется за счет действия лопастей или сеток, совершающих

вращательное движение. По нормативным наблюдениям ЦНИПС, средние величины времени приготовления пены в пеновзбивателях с проволочными лопастями составляют 345—360 секунд. Наш опыт применения пеновзбивателя с гребенчатыми лопастями показал, что пена, обладающая необходимыми свойствами, образуется лишь через 7—8 минут. При этом выгрузка пены, в силу крайней стесненности полости барабана рабочими органами, сильно затрудняется.

На производительности лопастных взбивателей и свойствах получающейся в них пены отражается целый ряд отрицательных моментов: холостые движения лопастей в начале взбивания, падение окружной скорости лопастей от концов к оси вращения, явления сепарирования в начале и вращение пены вместе с лопастями в конце взбивания. В результате этого процесс взбивания удлиняется, и пена получается недостаточно однородной.

Л. М. Розенфельд установил, что от структуры и величины ячеек пены зависит вязкость и стойкость их оболочек, а И. Т. Кудряшев указывает на то, что от размера пузырьков пены зависит давление содержащегося в них воздуха и стойкость самой пены. Из этого можно сделать вывод, что ячейки неоднородной пены будут иметь различные свойства, при этом недостаточная стойкость отдельных звеньев отрицательно отразится на всей системе в целом.

Для улучшения условий образования пены нами был избран способ взбивания, основанный на действии перфорированного диска (или сетки), совершающего возвратно-поступательные движения, и сконструирован пеновзбиватель, схема которого приводится на рисунке 1. Возвратно-поступательное движение рабочего органа характеризуется резкой переменной направления и скорости. Возникающие в результате этого стремительно чередующиеся удары рабочего органа, направленные навстречу движущейся по инерции жидкости, бурно взбивают последнюю, и воздух интенсивно диспергируется сразу во всем ее объеме. Диск (сетка) холостых движений не имеет и охватывает своим действием как весь объем пенообразователя, так и весь объем образующейся пены.

Получаемая таким способом пена представляет собой однородную структурированную массу с едва различимыми невооруженным глазом ячейками. Пена из барабана взбивателя выгружается механически — выталкивается диском. По сравнению с лопастными взбивателями время образования пены сокращается в 3—4 раза.

Инструкцией МСПХМ-194-54 рекомендуется определять качество пены по ее стойкости во времени и по выходу, показателем которого служит кратность пены.

Стойкость пены нами определялась по методу Б. Н. Кауфмана

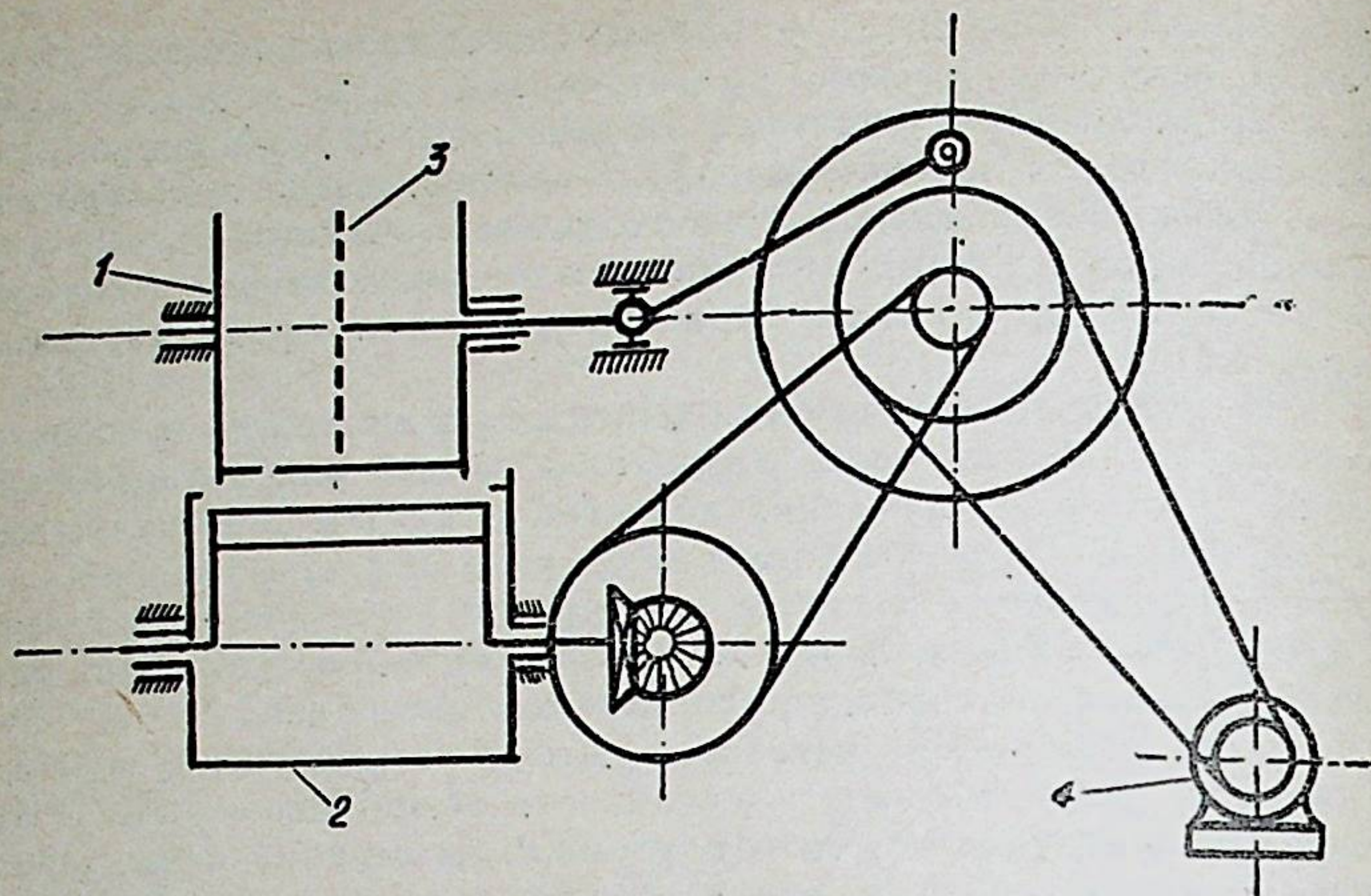


Рис. 1. Пенобетонотомешалка с пеновзбивателем ПВПД
1—пеновзбиватель; 2—смеситель; 3—перфорированный диск; 4—мотор.

и было установлено, что из сапонинового пенообразователя даже с концентрацией пенообразующего вещества 0,5% стойкая пена при взбивании ее принятым способом образуется уже через 30 секунд.

Кратность пены не дает прямого представления о расходе пенообразующего вещества, поэтому за показатель выхода нами был принят объем пены, получающийся из 1 г пенообразующего вещества. Лучшие результаты выхода (показатель выше 2,5 л/г) были получены при концентрации 0,5%. В лопастном взбивателе из пенообразователя с такой концентрацией получить пену вообще не удалось.

Из трудов П. А. Ребиндера, И. Т. Кудряшева, Л. М. Розенфельда и других исследователей вытекает, что одним из основных условий образования пенбетона служит наличие у пены определенных структурно-механических свойств, зависящих от многих факторов. Однако существующие методы исследования этих свойств, применяющиеся в лабораторной практике, для испытаний в производственных условиях не подходят.

Поэтому, в дополнение к установленным методам испытания пены по ее выходу и стойкости во времени, автором для производственного контроля качества пены, в том числе и для определения ее способности перемешиваться с тестом, был разработан метод оценки пены по показателям ее структурно-механических свойств с

помощью двух доступных в обращении и простых по конструкции приборов.

Один из приборов (рис. 2) служит для определения несущей способности по степени сопротивления пены смятию под действием внешней нагрузки.

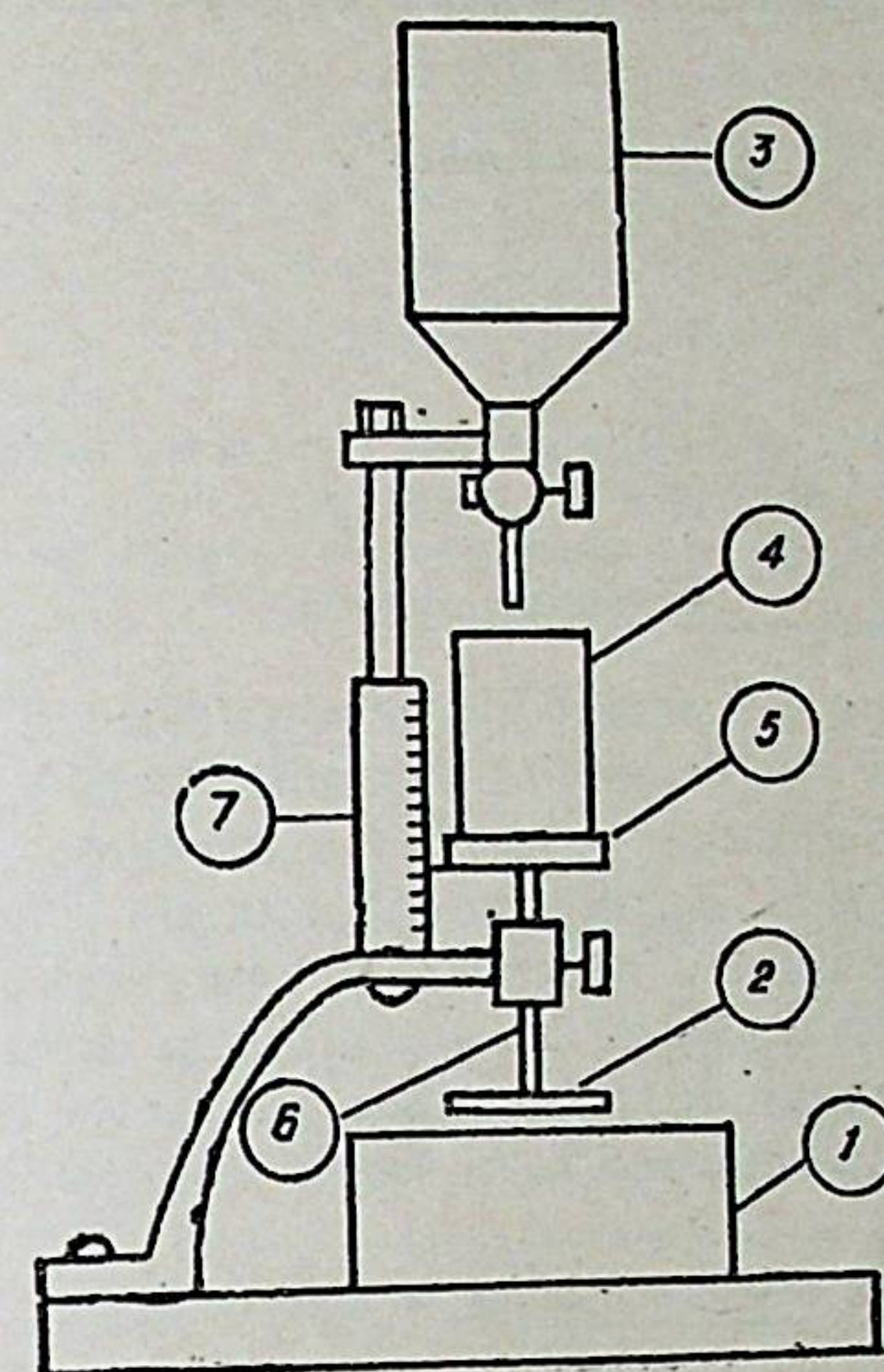


Рис. 2. Прибор для определения несущей способности пены.
1—сосуд для пены; 2—диск; 3—бачок;
4—стакан; 5—площадка; 6—шток; 7—шкала

Второй прибор (рис. 3), представляющий собой градуированную стеклянную трубку с помещенным в ней поршнем, предназначен для определения структуры, вязкости, пластичности и упругости. Необходимость определения этих свойств обуславливается тем, что они коренным образом влияют и на способность пены перемешиваться с тестом, и на свойства конечного продукта—пенганча, получение которого связано с применением быстро схватывающегося вяжущего.

Структура пены определялась по размерам и равномерности ее ячеек с помощью шкалы, нанесенной на стеклянную трубку прибора. Вязкость оценивалась по способности ячеек пены сопротив-

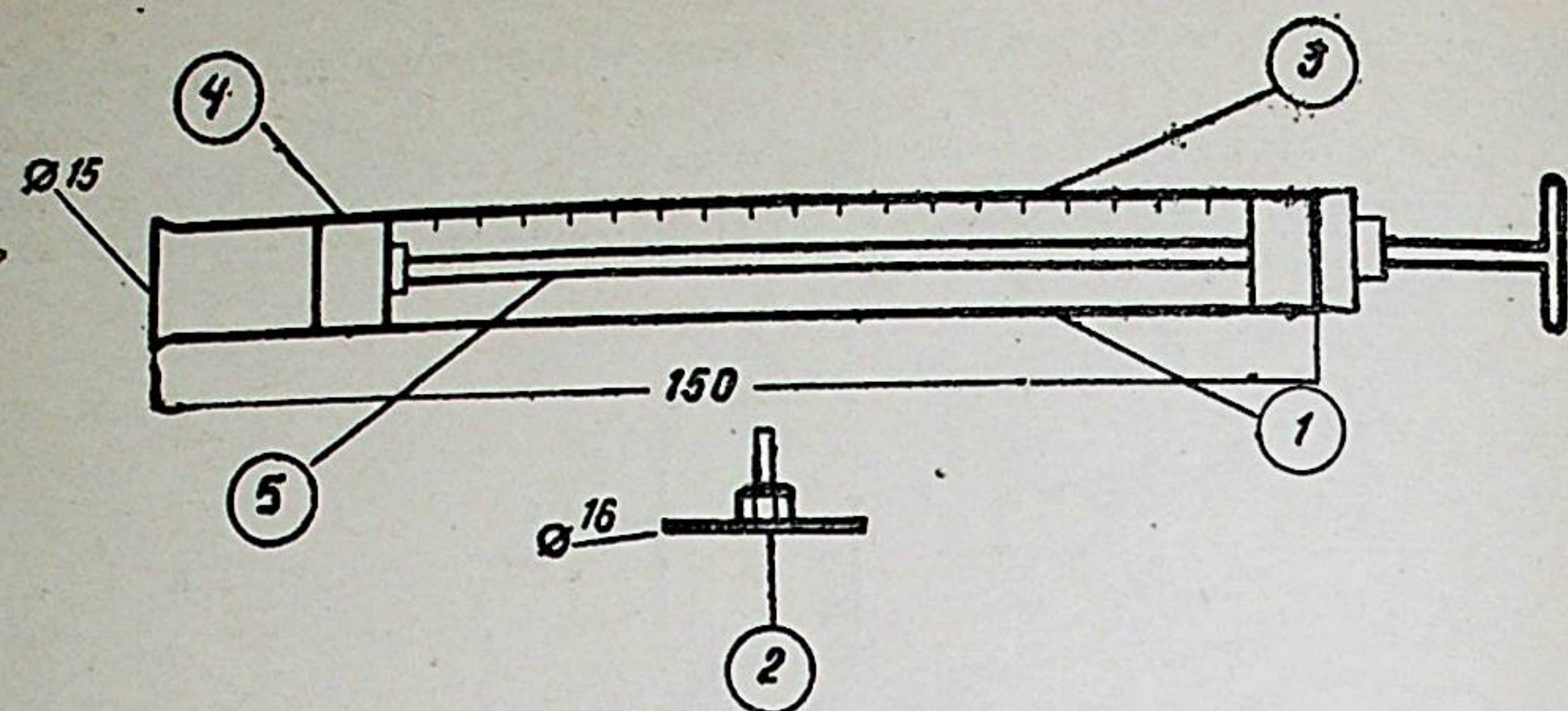


Рис. 3. Прибор для определения вязкости, пластичности, упругости и структуры пены.
1—стеклянная трубка; 2—грузик; 3—шкала; 4—поршень; 5—шток поршня.

ляться потере связности между их оболочками под действием нагрузки, пластичность—по способности пены изгибаться без нарушения макроструктуры и упругость—по способности пены сохранять первоначальный объем и форму после снятия внешней нагрузки.

Для всех этих свойств опытным путем установлены контрольные показатели, ориентируясь на которые можно получать пену, по качеству отвечающую оптимальным условиям изготовления ганчевой пеномассы, и предупреждать брак продукции.

Пеномасса и пеноганч

Пеноганч получается в результате твердения ганчевой пеномассы, которая представляет собой многофазную дисперсную систему (Ж-Т-Г) и изготавливается путем принудительного перемешивания ганчeveго теста с пеной.

Для перемешивания с тестом пена должна обладать упругостью, обеспечивающей минимальное смятие ее в процессе изготовления пенобетона. Однако чрезмерная упругость (так же, как большая вязкость и малая пластичность пены) на способности пены перемешиваться с тестом сказывается отрицательно: пеномасса комкуется, сохраняет очаги неперемешанной пены, приобретает неравномерную структуру. При недостаточной несущей способности пены ячеистая структура пеномассы разрушается.

При определенных качествах пены и вяжущего свойства пеномассы, а, следовательно, и пеноганча поддаются регулированию за счет изменения водоганчeveго отношения, соотношения между тестом и пеной и режима их перемешивания. За счет изменения

этих условий в наших исследованиях корректировались объемный вес, вязкость—текучесть и липкость (адгезия) пеномассы, а также ее стойкость при укладке и во времени. Для определения показателей этих свойств нами был сконструирован прибор, позволяющий производить все испытания до потери текучести пеномассы. Схема прибора приводится на рисунке 4. Прибор представляет собой лоток, вращающийся на оси, прикрепленной к станине, и снабжен угломером; дополнительной принадлежностью служит литровый сосуд. Необходимость в специальном приборе вызвана тем, что приборы, применяющиеся для определения свойств цементной пеномассы, на испытания пеномассы из быстро схватывающихся вяжущих не рассчитаны, к тому же с помощью их определяются лишь отдельные свойства пеномассы.

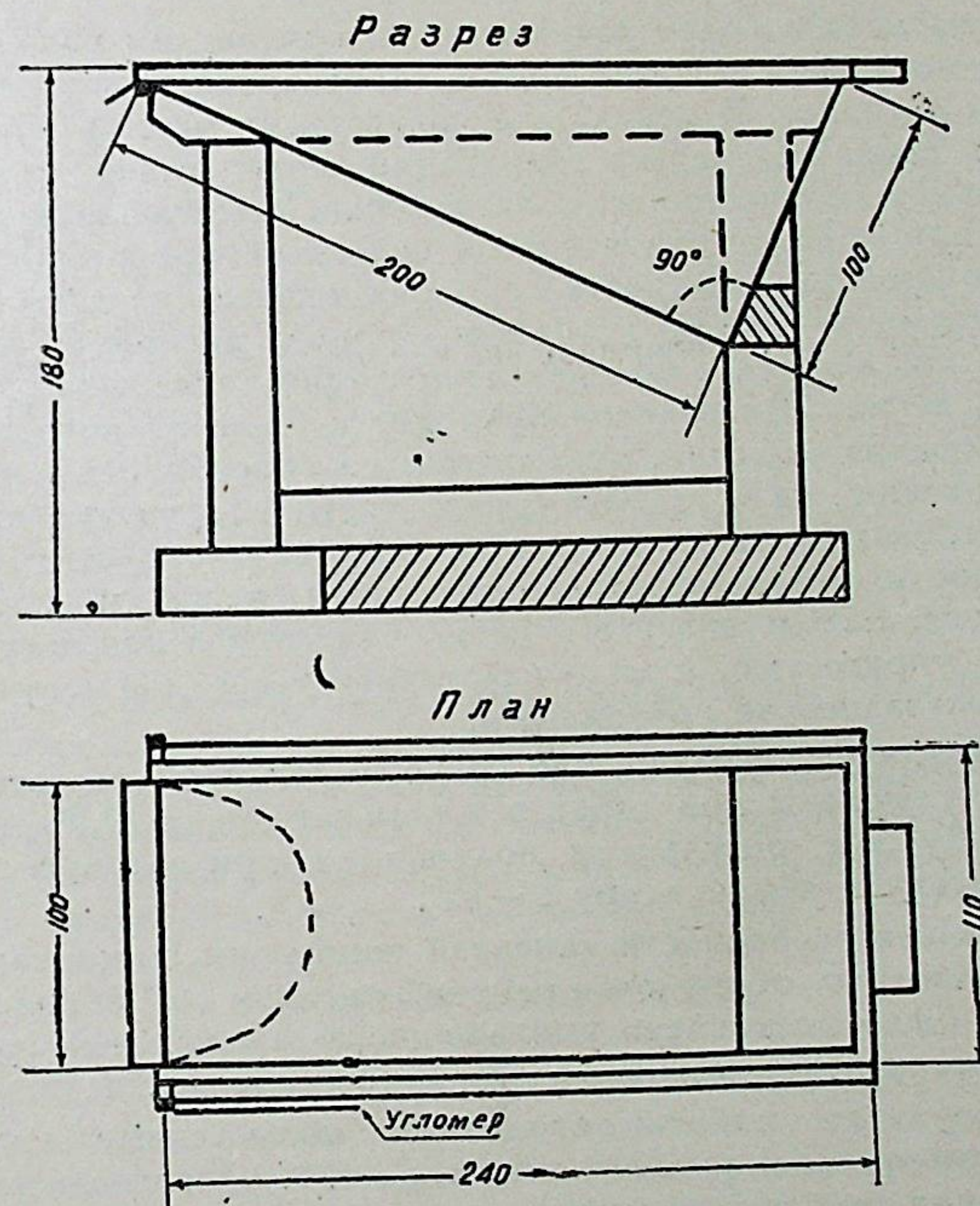


Рис. 4. Прибор для определения свойств пенобетонной массы.

С помощью указанного прибора объемный вес узнается без вычислений по весу пеномассы, так как объем лотка принят равным одному литру, а взвешивание производится с применением вывески. Текучесть определяется по углу наклона лотка, при котором пеномасса начинает стекать с его носка. Показателем липкости служит процент пеномассы (по объему), остающейся в лотке после приведения его в положение, при котором днище лотка будет находиться в вертикальной плоскости. Стойкость пеномассы узнается по ее осадке (в литровом сосуде) в момент укладки и в период времени до схватывания.

В процессе изучения ганчевой пеномассы было установлено, что она по сравнению с ганчевым тестом быстрее теряет текучесть, становится чрезмерно вязкой и липкой, что связано с развитием поверхности раздела системы.

В системах с более развитыми поверхностями раздела, к которым относится и ганчевая пеномасса, поверхностные явления проявляются активнее. В результате сольватации частиц пенообразователя, а также вследствие гидратации частиц ганча связывается значительное количество воды затворения. Увеличение поверхности раздела при образовании ячеистой системы сопровождается повышением концентрации веществ в оболочках ячеек, что вызывает явления контракции—сжатие в объеме. Процесс адсорбции пенообразователя так же, как и процесс гидратации ганча, протекает с выделением тепла. Эти явления приводят к быстрой потере текучести, повышению адгезии, отражаются на способности пеномассы к перемешиванию, на ее удобоукладываемости и структуре и, в конечном счете, оказывают отрицательное влияние на свойства пеноганча, так как соотношения между его объемным весом и прочностью ухудшаются. Вследствие этого пена, обладающая повышенной вязкостью и упругостью, и мало пластичное тесто для получения пеноганча оказались не пригодными.

Опытами установлено, что свойства ганчевой пеномассы могут быть улучшены при добавке к воде затворения 0,5% клея мездрового. Лучшие результаты получаются при затворении теста водой, имеющей температуру 9—12°.

Учитывая особенности ганчевой пеномассы, смеситель пенобетонемешалки был оборудован рабочим органом „П“-образной формы. Этим было достигнуто уменьшение объема прилипающей к частям смесителя пеномассы и облегчена ее выгрузка.

В результате работы определены оптимальные показатели свойств пеномассы и установлено, что для ее приготовления и корректирования свойств пеноганча должны соблюдаться следующие условия: соотношение между тестом и пеной в пределах 1:1-1:2,

водоганчевое отношение 0,65-0,70, интенсивность перемешивания 60 об/мин. и срок перемешивания 1-2 минуты.

Опыты показали, что из янгиюльского ганча может быть получен пенобетон, имеющий при объемном весе от 500 до 900 кг/м³ предел прочности при сжатии от 5 до 30 кг/см². Зависимость прочности пеноганча от объемного веса и условий его изготовления характеризуется данными, приведенными на графиках (рис. 5 и 6).

Установлено, что для пеноганча с объемным весом 600 кг/м³ водопоглощение составляет 40% по объему и что коэффициент размягчения равняется 0,23.

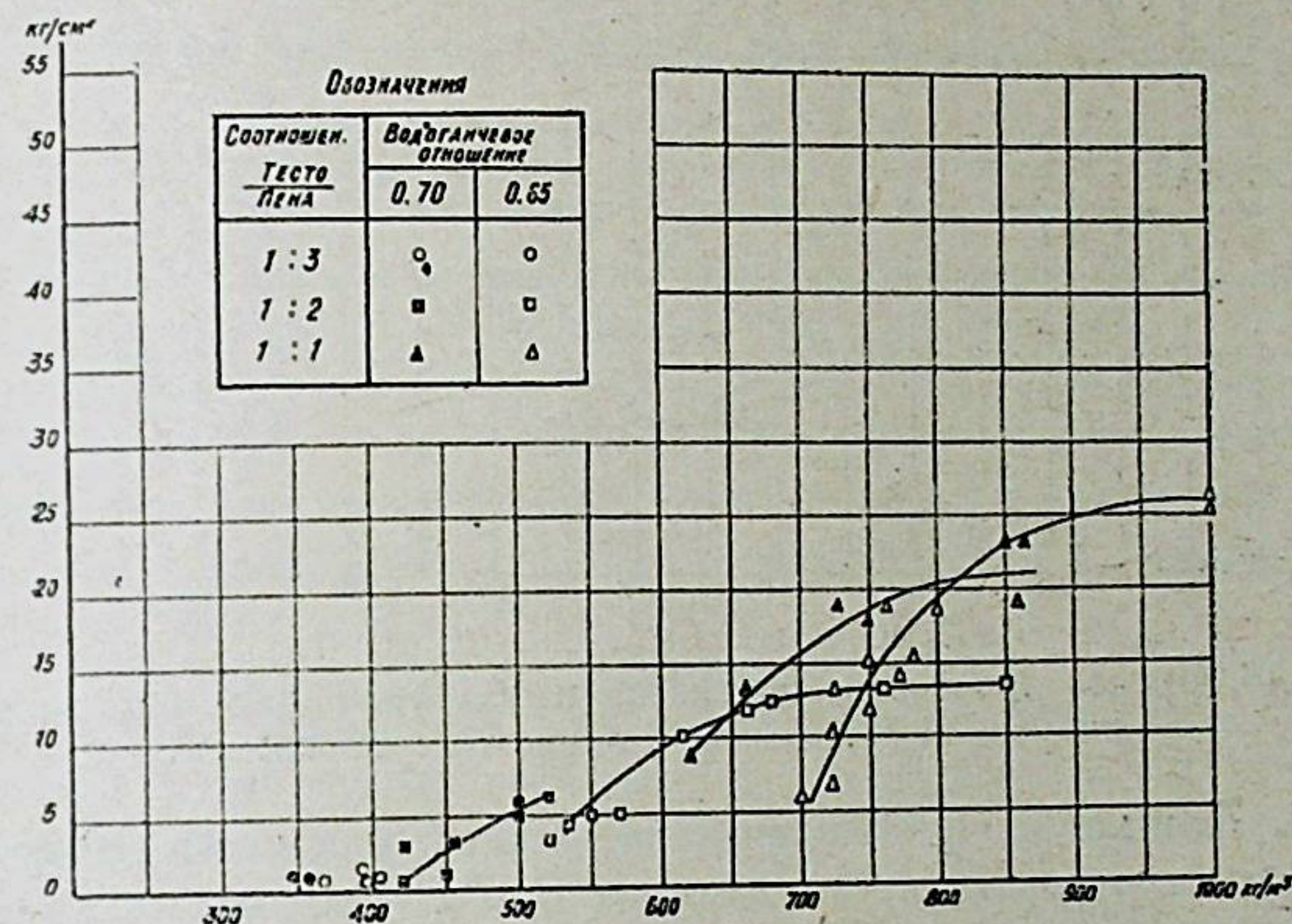


Рис. 5. Предел прочности при сжатии и объемный вес пеноганча при получении пеномассы в лопастном смесителе.

Теплопроводность пеноганча не определялась. Имеющиеся данные указывают на то, что коэффициенты теплопроводности газогипса и пенобетона равны и в зависимости от объемного веса колеблются в пределах от 0,10 до 0,19 ккал/час м⁰С. Это обстоятельство дает основание полагать, что и коэффициент теплопроводности пеноганча будет находиться в тех же пределах.

Армопеноганч

В качестве арматуры для пеноганча приняты очищенные от листьев стебли камыша (тростника обыкновенного).

По данным П. Зотова (УзНИИ МП), камыш произрастает в Узбекистане и Кара-Калпакии на площади 700 тыс. га. Урожайность его составляет 47 млн м³ в год. Исследования Д. М. Кутасова

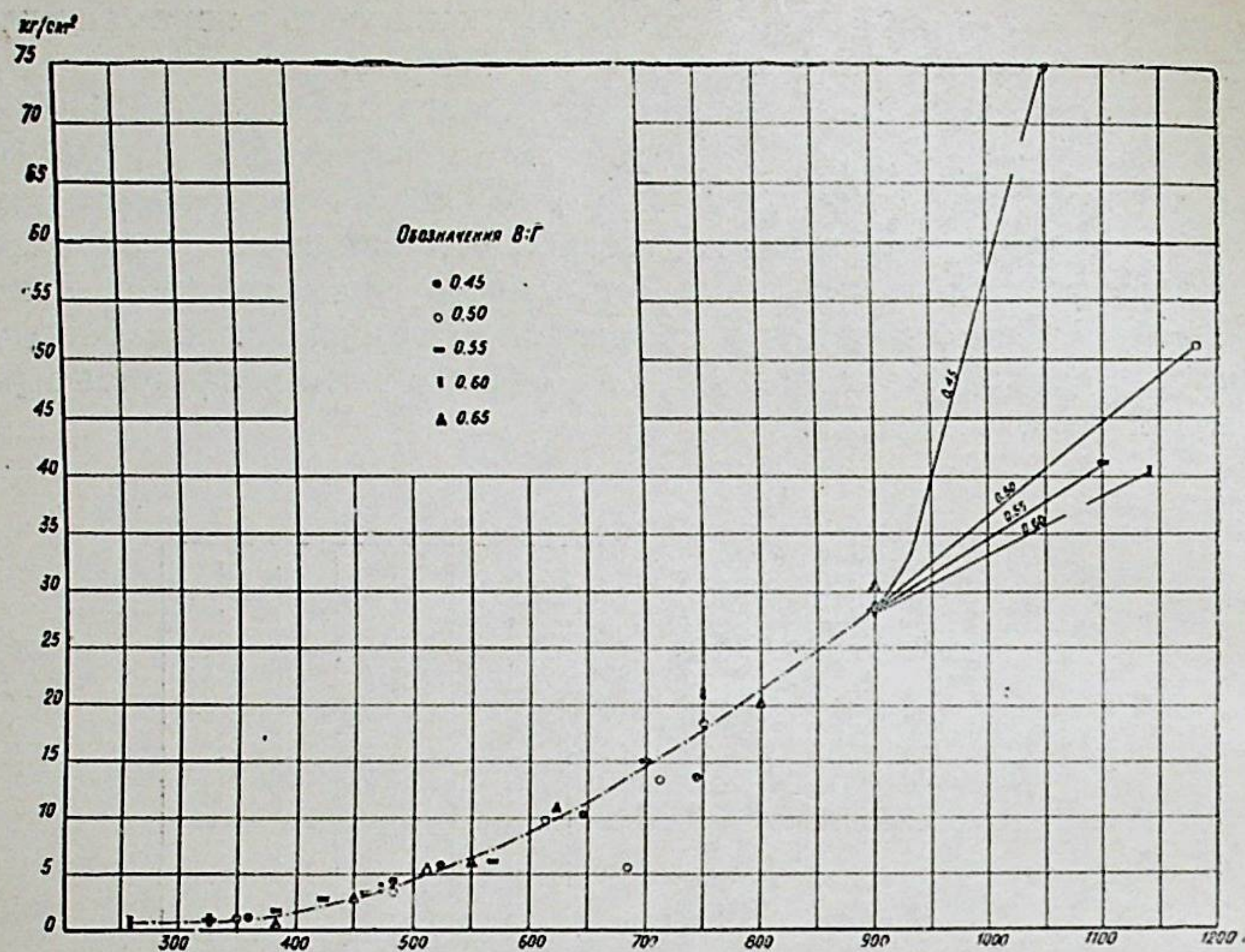


Рис. 6. Предел прочности при сжатии и объемный вес пеногача при получении пеномассы в лопастном смесителе.

и Н. М. Бачинского указывают, что конструкции из камыша отличаются долговечностью. По данным В. А. Розова, в золе этого растения содержится до 94% кремнезема (в золе древесины до 2,5%). Нами обнаружено, что поверхность сухих стеблей камыша гидрофобна. Этим и объясняется его повышенная гнилостойкость.

Испытания стеблей камыша дали следующие результаты: объемный вес стеблей — 0,26 г/см³, предел прочности при растяжении — 20-36 кг/мм², при срезе — 5-10 кг/мм².

Для определения оптимального способа армирования пеногача были проделаны опыты по повышению силы сцепления камыша с пеногачем путем обработки стеблей и защемления их в торцах армопеногачевой плиты.

Опыты по повышению гидрофобности стеблей с целью предотвращения влияния набухания и усадки арматуры и опыты, направленные на то, чтобы сообщить стеблям гидрофильность с целью улучшения сил сцепления с пеногачем за счет проявления поверхностной активности стеблей, устойчивых результатов не дали.

Лучшие результаты получены при армировании пеногача каркасом из стеблей камыша, защемленных концами в деревянных

щитках. При этих условиях предел прочности при изгибе повышается, так как стебли, будучи защемленными в торцах плиты, из пеногача не выдергиваются и включаются в работу. Кроме того, ускоряется и процесс армирования, что крайне необходимо в случаях применения для пенобетона быстро схватывающихся веществ.

При армировании камышом объемный вес пенобетона снижается и расход вяжущего и пены уменьшается.

Предел прочности при изгибе армопеногача больше, чем пеногача, примерно вдвое. В частности, для армопеногача с объемным весом 700 кг/м³ он составляет 10 кг/см².

Технико-экономические показатели

Пеногач и армопеногач являются новыми, не применявшимися еще материалами. Поэтому для оценки их пришлось ограничиться предварительными технико-экономическими показателями и данными, относящимися к ячеистым бетонам вообще.

Исследованиями И. Т. Кудряшева (ЦНИПС) установлено, что замена обычной кирпичной кладки изделиями из ячеистого бетона уменьшает вес 1 м² конструкции в 4-5 раз, трудоемкость работы в 3 раза, расход топлива в 4 раза и стоимость в 2,5 раза. Темпы строительства ускоряются в 1,5 раза.

Калькуляция стоимости пеногачевых плит с ориентацией на существующее техническое оснащение ташкентского завода новых строительных материалов показывает, что стоимость 1 м³ этих изделий составит 186 руб. 85 коп. Стоимость же 1 м³ пеногипсовых плит, выпускаемых этим заводом, составляет 230 руб.

Замена гипса гачем дает экономию за счет облегчения добычи гача (экскаватором без предварительного рыхления) и снижения расстояния возки сырья с 340 до 40 км, в результате чего янгиюльский гач франко-завод обойдется дешевле на 19 руб. 54 коп. Остальная сумма экономии складывается из уменьшения затрат на добавки (цемент, известь) и обусловливается данными технологического порядка, в том числе повышением размоловоспособности породы в 1,5 раза и увеличением производительности пенобетонмешалки в 2 раза.

Калькуляция, выполненная в тресте № 93, показывает, что при изготовлении пеногачевых плит подсобными предприятиями треста стоимость их за счет резкого сокращения общезаводских накладных расходов и затрат на транспортные работы может быть доведена до 87 руб. за 1 м³ изделия.

По преysкурантным ценам госпромышленности стоимость 1 м² плит дифферент равна 35 руб. 00 коп., гипсоопилочных и гипсошлаковых 24 руб. 00 коп., стоимость пеногипсовых плит по ценам за

вода новых строительных материалов—23 руб. 00 коп., стоимость пеноганчевых плит—18 руб. 68 коп. и в построечных условиях—8 руб. 70 коп.

Сравнивая стоимость 1 м² разных типов перегородок, можно установить, что перегородки из армопеноганчевых панелей будут дешевле деревянных щитовых или из плит дифферент в 4,7 раза, шлакоблочных (20 см) в 3 раза, из пеногипсовых плит в 3,1 раза. Для сравнения приняты условия выполнения работ стройтрестом в Ташкенте при изготовлении армопеноганчевой панели подсобными предприятиями треста.

Кроме того, применение пеноганчевых изделий будет способствовать экономии лесных материалов и цемента.

ВЫВОДЫ

1. Ганч представляет собой гипсовое вяжущее, выгодно отличающееся от гипса замедленными сроками схватывания и более легкими условиями добычи и переработки сырья, запасы которого имеют промышленное значение.

Ганч, получаемый из сырья янгиюльского месторождения, имеет прочность не ниже, чем гипс строительный 1-го сорта.

При использовании ганча для массового строительства привлекается дополнительное количество гипсовых вяжущих и улучшаются условия районирования предприятий, вырабатывающих эти вяжущие.

2. Исследования показали, что пеноганч по своим свойствам равноценен пеногипсу, находящему уже применение в индустриальном строительстве, и экономичнее пеногипса.

3. Установленный для пеноганча способ армирования каркасом из стеблей камыша с заземлением их концов в деревянных брусках является эффективным, так как при этих условиях арматура при изгибе не сдвигается и включается в работу, а процесс армирования ускоряется, что для пенобетона, получающегося с применением быстро схватывающихся вяжущих, крайне необходимо. При армировании камышом объемный вес пенобетона снижается и расход пеномассы уменьшается.

4. Исходя из физико-механических свойств пеноганча, можно установить, что из него должны изготавливаться: термоизоляционные плиты и вкладыши, листы сухой штукатурки, плиты перегородочные, в том числе и типа дифферент, и литые архитектурные детали.

Свойства армопеноганча показывают, что из него целесообразно изготавливать: плиты, армированные каркасом из стеблей камыша, для заполнения перекрытий и перегородок и армирован-

ные камышом панели с заземлением камыша между брусками обвязки и стоек.

5. Разработана конструкция и сконструирован пеновзбиватель, действие которого основано на возвратно-поступательных (толчкообразных) движениях рабочего органа. Производительность этого взбивателя выше существующих лопастных не менее, чем в 3 раза, а получаемая в нем пена отличается однородной мелкоячеистой структурой.

6. Разработаны методы определения и контроля структурно-механических свойств пены с помощью сконструированных автором двух простейших приборов.

7. Определен метод и сконструирован отличающийся универсальностью прибор для контроля свойств пеномассы, изготавливаемой с применением быстро схватывающихся вяжущих.

Результаты работы показывают, что имеются все предпосылки для использования пеноганча и армопеноганча в сборных строительных деталях и конструкциях. Для окончательного решения этого вопроса необходимо произвести производственные испытания.

