

661
Б 91

БЕЛОРУССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМЕНИ С.М.КИРОВА

На правах рукописи

АЛЕКСАНДР ПАНТЕЛЕИМОНОВИЧ БУРЯК

691:699.86

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ
БЕЗУСАДОЧНОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОЙ ЗАСЫПКИ НА ОСНОВЕ
ВСПЛУЧЕННЫХ ВУЛКАНИЧЕСКИХ СТЕКОЛ

Специальность 05.17.11 - Технология силикатных
и тугоплавких неметаллических
материалов

5456 ар.

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Минск, 1979

Работа выполнена в лаборатории НИС.46 Львовского ордена
Ленина политехнического института им. Ленинского комсомола.

Официальные оппоненты: доктор технических наук
Демидович Б.К.

кандидат технических наук
Далевский А.К.

Ведущее предприятие - Киевский научно-исследовательский
институт строительных материалов.
г. Киев

Защита состоится "16" ноября 1979 г. в "10" час.
на заседании специализированного совета К.056.01.04 в Бело-
русском технологическом институте имени С.М. Кирова, 220630,
г. Минск-50, ул. Свердлова, 13а.

Автореферат разослан "12" октября 1979 г.

Ученый секретарь специализированного совета
кандидат технических наук

ДЯТЛОВА Е.М.

Актуальность темы

Коммунистическая партия и Советское правительство наметили обширную программу освоения природных богатств Крайнего Севера СССР. В Директивах XXV съезда КПСС указывается на необходимость расширения добычи полезных ископаемых, в том числе алмазов, редких цветных и драгоценных металлов, имеющихся в этих районах.

Осуществление поставленной задачи требует развития и расширения как промышленного, так и жилищного строительства в этих районах с целью создания производственной базы и закрепления кадров. В связи с этим в условиях Крайнего Севера особенно важное значение приобретает применение эффективных местных строительных материалов.

Цель работы

Настоящая работа посвящена исследованиям предпосылок и поиску рациональных решений применения высокоэффективного порошкового теплоизоляционного материала, вспученного из вулканического пепла магаданских месторождений, для сборно-разборного строительства в труднодоступных местах разработки полезных ископаемых в условиях Северо-востока СССР.

Основные задачи

Основная задача настоящей работы состояла в поиске предпосылок для разработки и производства таких конструкций эффективных ограждений зданий, в которых органически сочетались бы: надежная работа легкой металлической или иной оболочки, являющейся несущей частью этой конструкции, и такое состояние несвязного сыпучего утеплителя в полости оболочки, которое исключило бы его усадку и образование мостиков холода в условиях эксплуатации.

Для решения задачи необходимо было выполнить исследования: состояния порошка в полости панели под воздействием транспортных, монтажных и эксплуатационных факторов (толчки, удары, вибрации), изучение закономерностей усадки порошка, ее устранение и компенсацию (главная задача); свойства вспученного вулканического пепла и классификацию его частиц; заполнение полости панели данным утеплителем без образования пустот и выхода летучего порошка в атмос-

5457ар

БИБЛИОТЕКА БТИ
им. С. М. Кирова

феру; оптимальные конструктивные и технологические решения панелей, исходя из свойств данного утеплителя; теплофизические свойства конструкций с засыпной изоляцией; разработать рекомендации по технологии и оборудованию для производства надежных и эффективных панелей с высокой заводской готовностью при максимальной автоматизации.

Научная новизна

Найдены и обоснованы закономерности усадки утеплителя в полости панели под действием вибраций; разработан способ компенсации непредвиденной усадки утеплителя в полости (а.с. № 339646) и способ заполнения полости панели летучим порошком (а.с. № 408794); выполнены исследования микроструктуры вспученного вулканического пепла и классификация его составляющих; разработана методика и оборудование для выполнения исследований теплопередачи в конструкциях ограждений, не требующая громоздкого и дорогостоящего оборудования; выявлена возможность отклонения теплового потока в элементах ограждения (параллельно ограждению) в зависимости от сочетания материалов конструкции и их термосопротивления.

Практическая ценность

Исследования вспученного вулканического пепла впервые открыли возможность применения его и других сыпучих теплоизоляционных материалов в качестве засыпной теплоизоляции эффективных ограждающих конструкций. Это особенно важно для Северо-востока страны, где применение теплоизоляционных материалов особенно необходимо, а исследуемый материал является местным.

Диссертация состоит из трех частей: введение, обзор литературы, экспериментальная часть.

Во второй части выполнен сравнительный анализ теплоизоляционных материалов вспученных из вулканических пород - перлита и вулканического пепла, являющегося разновидностью кислого водосодержащего стекла вулканического происхождения. По химическому составу вулканический пепел Уптарского и Хасинского месторождений Магаданской области не отличается от перлита Арагацкого, Береговского месторождений. Вулканический пепел в залежи - это пылевидный белый или сероватый порошок, не требующий помола перед вспучиванием. Перлит же -

массивная пористая горная порода, которая перед вспучиванием требует дробления, помола и сепарации. Вспученный вулканический пепел - это легчайший светло-белый порошок объемной массой 30-70 кг/м³, теплопроводностью 0,033-0,041 вт/м⁰К, высокоподвижен и текуч. Частицы вспученного вулканического перлита обладают открытой пористостью, образованной растрескиванием при вспучивании.

В первой главе экспериментальной части (3.1) рассматривается методика исследований.

Во второй главе (3.2) рассматривается состав порошка, вспученного из вулканического пепла и перлита, микроструктура их частиц, а также невспученного пепла и перлитовой породы на различных стадиях подготовки к вспучиванию; классификация частиц вспученного вулканического пепла с разделением их на семь групп, описанием свойств и технологической природы; разделением массы порошка на составляющие. Выяснено, что существующая тенденция к получению порошка минимальной объемной массы любыми средствами ошибочна, и что целесообразные границы вспучивания пепла ограничены объемной массой порошка 60 кг/м³, что дальнейшее снижение объемной массы порошка путем форсирования процесса вспучивания ведет к отрицательному результату - к перевспучиванию частиц, снижению прочности, разрушению их оболочек, потере замкнутой пористости, резкому повышению водопоглощения и объемной массы в процессе использования, снижению эффективности порошка.

В третьей главе (3.3) рассмотрена возможность применения связного конструкционного и несвязного засыпного среднего слоя панелей на основе порошка вспученного из вулканического пепла; влияние различных, в т.ч. эксплуатационных, факторов на состояние засыпного среднего слоя в полости панели и его усадку; процессы заполнения полостей панелей для образования засыпного среднего слоя; влияние транспортных вибраций на состояние порошка в полости панели и длительные эксплуатационные испытания панелей, заполненных порошком, уплотненным действием вибрации и неуплотненным.

Выяснено, что применение порошка, вспученного из вулканического пепла, в виде связного конструкционного среднего слоя эффективных панелей ограждения не оправдывает себя, из-за значительных дополнительных затрат при снижении эффективности исходного материала; повышения объемной массы связно-

го материала и его теплопроводности. В непрочном крупном материале, помещенном в оболочку панели, ограниченной жесткости, в условиях ее эксплуатации возникают трещины. Трещины служат мостиками повышенного конвективного теплообмена и ухудшают первоначальные теплофизические показатели панелей. Повышение прочности конструкционного материала резко снижает эффективность его по сравнению с исходным. В порошке, уплотненном в полости панели действием вибрации при определенном режиме, в дальнейшем в условиях эксплуатации усадки не происходит. Порошок, уплотненный в полости действием вибрации, устойчив против разрушения и разрушается только под влиянием сил с характерным признаком излома. Рекомендуется способ заполнения полостей панелей путем взаимозамещения летучих веществ (воздух-порошок) в замкнутой герметичной системе (бункер - заполняемая полость) без выхода этих веществ в атмосферу и загрязнения ее.

В четвертой главе (3.4) описаны результаты исследований изменения объемной массы и закономерности усадки порошка в полости панели.

До сих пор считалось, что эксплуатационные вибрации здания обязательно сопровождаются усадкой сыпучего материала в полости панелей с появлением воздушной прослойки и мостика холода, поэтому засыпная изоляция не применялась. Нами экспериментально установлено, что усадка подвижного утеплителя в полости панели - явление конечное, а дальнейшую эксплуатационную усадку можно предупредить уплотнением при заполнении полости. Задача состояла в исследовании закономерностей вибрационного уплотнения этого материала; выявлении пределов и закономерностей эксплуатационной усадки и технологического уплотнения; выяснении того, какой из показателей вибрации максимально отражает сущность уплотнения подвижных материалов, и исследовании характера зависимостей уплотнения от этого показателя вибрации; в изучении сущности процессов, происходящих в массе материала под действием вибрации.

Определенные сочетания параметров вибрации повышали уплотняемость относительно предыдущего. При других сочетаниях, наоборот, объем увеличивался по сравнению с предыдущим, т.е. происходило разрыхление уже уплотненного порошка. На рис. 1а приведены зависимости от амплитуды для каждой из ряда час-

тот (80, 70, 60, 50, 40, 37, 30, 20, 15, 10 Гц). Эти зависимости имеют криволинейный характер с максимумом эффективности, после которого наступает снижение уплотняемости. Зависимости эффекта вибрации от частоты (рис. 1б) аналогичные.

Как видно из рис. 1а, б, в, д для приведенных показателей вибрации существует множество зависимостей и их значений. Для примера проведем перпендикуляр из точки равной скорости 0,5 м/с (рис. 1в). Он пересечет график 10 (частота 10 Гц). Точка пересечения соответствует уплотнению около 17%. Затем перпендикуляр пересечет график 9 (частота 15 Гц, уплотнение 24%); график 7 (частота 30 Гц, уплотнение около 25%), кривую 8 у максимума (частота 20 Гц, уплотнение около 28%). Следовательно, при одном и том же значении скорости получены различные сочетания параметров вибрации, которым соответствуют различные значения эффективности уплотнения. При увеличении количества экспериментов, это множество значений увеличится до бесконечности.

Перпендикуляр, проведенный из точки соответствующей уплотнению, например 25%, пересечет все графики в точках, соответствующих различным значениям скорости колебаний. Из рис. 1а, б, в, г, д видно, что максимум всех приведенных зависимостей соответствует одному значению ускорения колебаний 6,4 g (максимум эффективности вибрации табл. I).

Таблица I

Показатели максимумов

Показатели вибрации	Значение максимумов эффективности										
	Частота, Гц	10	15	20	30	37	40	50	60	70	80
Амплитуда, мм	16	7,2	4,0	1,77	1,17	1,0	0,64	0,44	0,33	0,25	
Скорость, м/с	1	0,67	0,5	0,33	0,27	0,25	0,2	0,16	0,146	0,12	
Интенсивность, м2/с3	0,26	0,175	0,128	0,084	0,066	0,064	0,05	0,041	0,037	0,032	
Ускор. g	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4

В зависимости уплотнения от ускорения (рис. 1г) все графики почти совпадают. Некоторое отклонение кривых очевидно связано с влиянием резонанса при частоте 37 Гц, при которой эф-

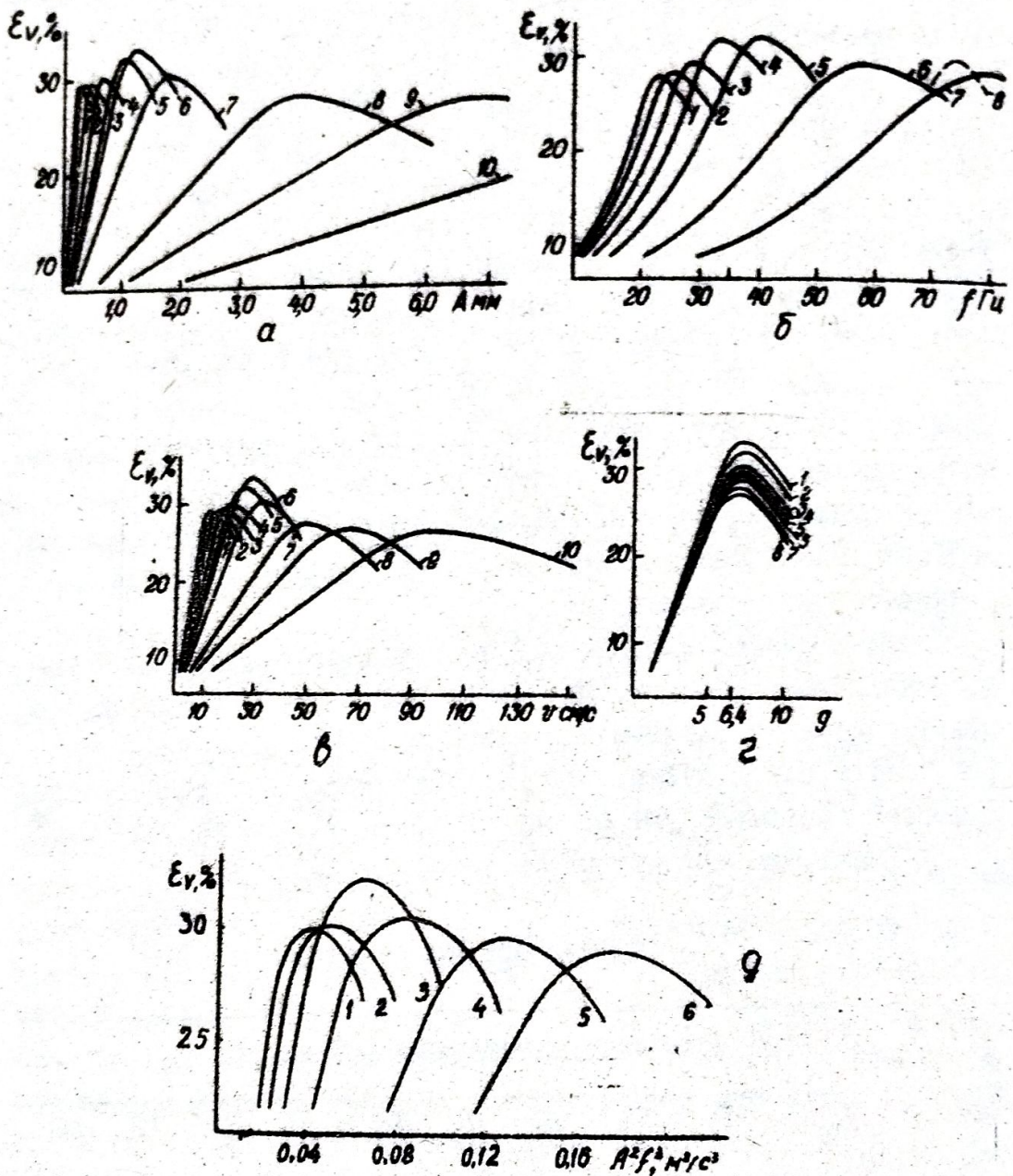


Рис. I. Зависимость уплотнения порошка от параметров
 вибрации их функций (табл. I):
 а - от амплитуды; б - от частоты; в - от скорости;
 г - от ускорения вибрации, Γ ; д - от интенсивности $A^2 f^3$.

факт уплотнения повышается. Следовательно, ускорение является полноценным критерием оценки режима вибрации не только уплотнения, но и других процессов.

Зависимость от ускорения с достаточной точностью можно выразить уравнением (I)

$$\bar{\epsilon}_v = - 5,3 + 11,1q - 0,85q^2. \quad (I)$$

Это корреляционное уравнение второго порядка получено на основе экспериментальных данных (табл. 2).

Таблица 2

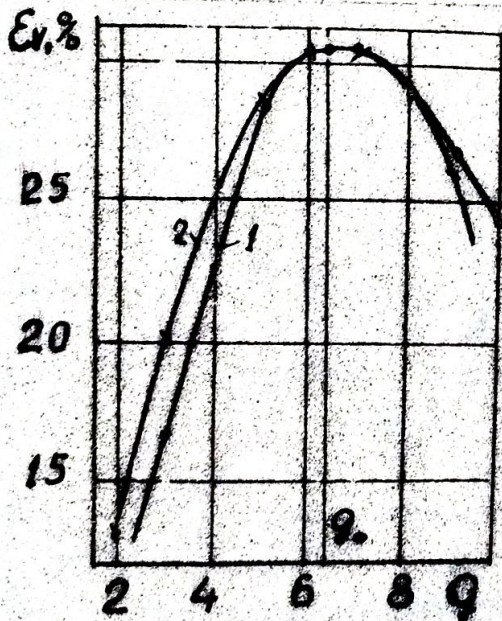
Q	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\bar{\epsilon}_v$	11,2	16,9	22,6	28,3	30,8	30,5	29,2	27,0	24,4
ϵ_v	10,77	17,9	29,0	27,6	30,2	31,0	30,4	28,3	24,5

$\bar{\epsilon}_v$ - вероятное значение усадки, %;

q - показатель режима вибрации - ускорения;

ϵ_v - экспериментальное значение усадки, %

Графическое выражение зависимости (I) представлено на рис.2)



Сущность процесса, происходящего в подвижном материале, может быть выражена также через изменение объема как результат движения вибрирующих частиц уплотняемого материала. Если для упрощения частицы материала представить в виде прямоугольных фигур, то объем частицы $V_ч = a^3$, где a - ребро частицы.

Вибрирующая частица занимает некоторый дополнительный объем с двух сторон в направлении вибрации $V_{дч} = 2AKa^2$, где A - амплитуда колебаний; K - коэффициент сдвига фаз колеблющихся частиц.

Рис. 2. Зависимости уплотнения от ускорения вибрации:

1 - экспериментальная;
2 - теоретическая (ур. I).

Полный объем вибрирующего подвижного материала составит

$$V = \sum a^3 + \sum 2AKa^2 + \sum V_m, \quad (2)$$

Здесь $2Ak\alpha^2$ характеризует сущность вибрационного уплотнения и зависит от ускорения вибрирующих частиц. Из закономерностей уплотнения следует, что и неравномерность уплотнения материала в объеме тоже определяется зависимостью от ускорения и что в большом объеме место максимального уплотнения (максимум эффективности) находится на расстоянии от источника вибрации L :

$$L = \frac{1}{K}(g - g_0), \quad (3)$$

где K - коэффициент ослабления вибрации в материале.

В режиме вибрации g_0 максимум уплотнения находится у источника вибрации ($L = 0$). По мере удаления от источника вибрации и ослабления ее в материале эффект уплотнения снижается до нуля ($E_v = 0$). (кривая 2, рис. 3в).

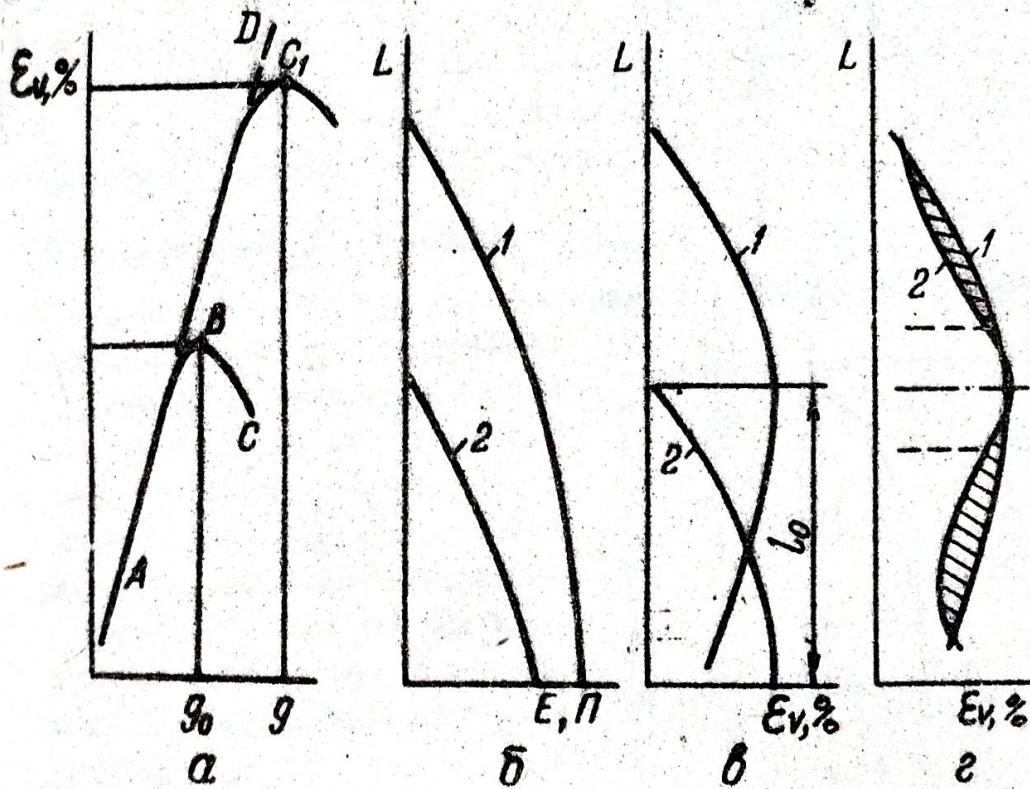


Рис. 3. Зависимость состояния уплотняемого порошка от расстояния к источнику вибрации, (приведенного ускорения, g): а - уплотнение; б - подвижности и энергии вибрации частиц; в, г - неравномерности уплотнения; г - 1 - теоретическая; 2 - экспериментальная.

В режиме вибрации $g = g_0 + \Delta g$ максимум эффективности переносится на некоторое расстояние от источника (кривая 1, рис. 3в). На рис. 3г экспериментальная зависимость 2 совме-

шена с теоретической 1. Выше и ниже максимума эффективности эти зависимости не совпадают. Экспериментальная зависимость 2 дополнительно отражает влияние сопутствующих результатов вибрации. Ниже максимума - расслоение материала на фракции и разуплотнение, выше максимума - накопление дополнительного воздуха, всплывшего из зоны максимального уплотнения. Дальнейшее всплытие воздуха прекратилось из-за снижения подвижности.

Попутно была выявлена зависимость вредного действия вибрации от ускорения. Увеличение энергии вибрации до режима $g_c + \Delta g$ снижает эффективность уплотнения. В ряде источников этот недостаток рекомендуется компенсировать увеличением времени вибрации. Тогда вредное действие вибрации резко возрастает как за счет повышения энергии вибрации, так и за счет увеличения времени ее действия, согласно:

$$V = \frac{1}{k} g \cdot t, \quad (4)$$

Экспериментально установлено, что работа в оптимальном режиме дает наилучший результат по трем основным признакам производства: максимальная производительность; наилучшее качество; минимальное вредное действие вибрации на человека.

Пятая глава посвящена теплофизическим исследованиям панелей с применением засыпки из вспученного вулканического пепла в цельнометаллической оболочке. Необходимость этих исследований обусловлена существенными отличиями данной конструкции за счет устранения отрицательного влияния температурных деформаций. Оболочки предшествующих конструкций выполнялись из разнородных материалов (алюминий и бакелизированная фанера). Такое сочетание материалов при перепаде температур ($-60 + 50^{\circ}\text{C}$) служило причиной значительных температурных деформаций, потере герметичности, разрушения соединений. Требовалось экспериментально оценить характер температурных полей на внутренних обшивках ограждения и возможность выпадения конденсата. Для экспериментов требовалась специальная методика и оборудование. Разовые кратковременные исследования не позволяли применить громоздкие и дорогостоящие климатические камеры. Кроме того, отрицательные температуры этих камер ($-30 + -40^{\circ}\text{C}$) не соответствовали условиям Крайнего Севера ($-50 + -60^{\circ}\text{C}$). Исследования выполняли на установке собственной конструкции путем физического моделирования, т.е. без

изменения физической сущности процесса и масштабов исследуемых элементов. В резервуаре с теплоносителем установки создавали температурные условия наружного климата (-60°C).

Теплофизические исследования, обобщенные графиками теплопередачи и температурных полей, показывают, что распространенное мнение о неизбежности энергетических мостиков холода в исследуемых условиях экспериментально не подтвердилось. В работе также исследовали возможность образования конденсата на обшивке в местах обрамления и влияние климата на этот показатель. Экспериментально установлено, что выпадение росы в исследуемой конструкции не произойдет. Последнее подтверждено теоретическим расчетом по методике д.т.н. К.Ф. Фокина, расчетом и исследованиями, выполненными лабораторией физических методов исследований НИИ Мосстроя.

В шестой главе (3.6) рассмотрены рекомендации по конструкциям эффективных панелей ограждений, технологии и оборудованию для их производства и экономический анализ применения. Экспериментальные исследования и многосторонний анализ показали, что ограждения с применением вулканического пепла в качестве засыпного среднего слоя целесообразнее других видов конструкций. Экономическая целесообразность определяется дешевизной и высокой эффективностью вспученного вулканического пепла, а также высокой технологичностью, простотой и дешевизной изготовления панелей. Стоимость вспученного вулканического пепла для Магадана составляет $3,5 \text{ руб./м}^3$, $\lambda = 0,038 \text{ Вт/м.}^{\circ}\text{К}$, стоимость пенопласта - 77 руб./м^3 . Стоимость других материалов при более низкой эффективности составляет: газобетон - $68,44 \text{ руб./м}^3$; $\lambda = 0,21$; минеральная пробка - $68,88 \text{ руб./м}^3$, $\lambda = 0,07$; битумный материал на основе вспученного вулканического пепла - $37,29 \text{ руб./м}^3$, $\lambda = 0,065$. Экономический эффект от использования вспученного вулканического пепла в виде засыпки вместо двойного привозного пенопласта в производстве панелей в условиях Магаданской области по данным НИИ "Дальстройпроект" составляет: $\mathcal{E} = b(a_1 - a_2) = 0,14 (177 - 6) = 9,9 \text{ руб./м}^2$, при годовой программе 100000 м² составляет 990000 руб./год.

b - конструктивная толщина панели, м.

a - стоимость теплоизоляционных материалов, руб./м³.

Целесообразность применения засыпки из вспученного вулка-

нического пепла связана также с негорючестью его и конструкций на его основе, а также отсутствием токсичности, что важно для здоровья людей.

Основные результаты работы

1. Микроскопические исследования, классификация составляющих и их анализ показали, что по гранулометрическому составу основная и наиболее эффективная часть вспученного вулканического пепла соответствует рекомендованному как наиболее эффективный состав вспученного перлита (0,6 - 0,15 мм).

2. Анализ результатов экспериментальных исследований показал, что вспученный вулканический пепел с успехом можно применять в качестве высокоэффективной засыпной изоляции панелей при соблюдении следующих условий: порошок в полости панели подлежит уплотнению действием вибрации, исключающему его усадку в условиях эксплуатации; для стеновых панелей дополнительно может быть рекомендовано компенсационное устройство (а.с. № 339646); порошок, уплотненный действием вибрации в полости панели образует плотную, связную и упругую массу, которая обладает определенной прочностью и непроницаема для воздуха и воды; в конструкции оболочки панели следует учитывать неконструкционность утеплителя и наличие значительных распорных усилий, создаваемых уплотненным порошком; оболочка панели должна обладать герметичностью и надежностью против нарушения ее в условиях эксплуатации, для чего ее следует выполнять из материалов равных температурных деформаций; заполнение полости панели следует осуществлять способом взаимозамещения веществ (порошок - воздух) в замкнутой герметичной системе (бункер-полость панели) без выхода летучих частиц в атмосферу и загрязнения ее.

3. Установлена возможность применения других подвижных материалов в качестве засыпной изоляции эффективных ограждений.

4. Выяснено, что применение порошка в связанном виде, наряду с улучшением некоторых свойств, сопровождается удорожанием и снижением эффективности материала, т.к. связанный материал обладает низкой прочностью и в полости панели разрушается с образованием трещин, пустот, мостиков конвективного теплообмена и снижением первоначальных теплотехнических показателей всей панели.

5. Заполнение полости панели блоками из связного материала требует ручного исполнения и подгонки, совмещения сборки оболочки и заполнения ее, связанное с дополнительными затратами.

6. Засыпная изоляция упрощает и удешевляет процесс изготовления панелей за счет разделения операций и независимого заполнения полностью готовой оболочки, применения автоматизации как при изготовлении оболочки, так и при заполнении ее порошком.

7. Необходимость вибрационного уплотнения порошка в полости панели при заполнении основана на исследовании физической сущности парцеллов усадки и уплотнения, критериев их оценки и закономерностей.

8. Результаты исследований уплотнения порошка могут быть полезны и для уплотнения других материалов, везде, где необходимо эффективное уплотнение подвижных многофазовых механических смесей и образование равномерной макроструктуры во всем уплотняемом объеме.

Основные положения диссертационной работы доложены на заседаниях научно-технических конференций: Львовского ордена Ленина политехнического института в 1970-1978 гг. (8 докладов; "Типроникель" (г. Ленинград) в 1975 г; Ленинградского инженерно-строительного института в 1975 г.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

1. Бровченко М.Д., Бурык А.П., Кравчук С.А. Исследование микроструктуры теплоизоляционного порошка, вспученного из вулканического пепла. Львовский политехнический институт, 1972. Вопросы современного строительства. - № 70. (с.90-98).

2. Бровченко М.Д., Винник И.М., Попович Б.С., Бурык А.П. Некоторые принципы применения и улучшения трехслойных ограждающих конструкций. Сб. Строительные конструкции. - Вып. XIII - с.93-99, Киев, "Буд вельник" 1973.

3. Бровченко М.Д., Хило Е.Р., Бурык А.П. Исследование теплопередачи в элементах трехслойных алюминиевых панелей с порошковым утеплителем. Тезисы доклада 4-й научно-технической конференции Уральского политехнического института. - Свердловск, 1973.

4. Бурык А.П. Повышение производительности труда, качест-в

ва изделий и снижение вредного действия вибрации при производстве сборного железобетона. Вестн. ЛПИ "Вопросы современного строительства", № 70 - Львов, 1972 с.101-106.

5. Буряк А.П. Секционная виброплощадка с откидной борто-снесткой и щековыми замками. В сб. "Оборудование для производства железобетонных конструкций и устройство бетонных покрытий", М., 1970. (с.3-8).

6. Буряк А.П. Зависимость эффективности виброуплотнения от параметров вибрации. Тезисы докладов Всесоюзной научной конференции "Вибрационная техника в машиностроении и приборостроении", Львов, 1973 (с.191-193).

7. Буряк А.П. Зависимость уплотняемости подвижных материалов, параметров вибрации и резонанса. Вестн. Львовск.политехн.ин-та "Вопросы современного строительства", № 72 Львов, 1974, (с.122-128).

8. Буряк А.П. Направленность вибрации при уплотнении подвижных материалов. Вестн. Львовск.политехн.ин-т "Вопросы современного строительства", № 72, Львов, 1974 (с.128-133).

9. Буряк А.П., Хило Е.Р. О применении сыпучих утеплителей в эффективных панелях. Тезисы докладов республиканской межотраслевой научно-технической конференции "Повышение качества и снижение материалоемкости строительных конструкций и изделий". Киев, 1974.

10. Бровченко М.Д., Буряк А.П., Попович Б.С. О возможности применения панелей ограждения с цельнометаллической оболочкой и сыпучим утеплителем. Вестн.Львовск.политехн.ин-та "Доклады и научные сообщения" № 5, "Вища школа", Львов, 1975 (с. 159-163).

11. Бровченко М.Д., Буряк А.П., Попович Б.С. Экспериментальные исследования теплопередачи в элементах панели с цельюноалюминиевой оболочкой. Вестн.Львовск.политехн.ин-та, "Доклады и научные сообщения", № 6, "Вища школа", Львов, 1976 (с.177-179).

12. Буряк А.П. О способах вибрационного уплотнения строительных материалов. Вестн.львовск.политехн.ин-та "Доклады и научные сообщения", № 7, "Вища школа", Львов, 1977 (с.183-187).

13. Буряк А.П. Вибропроцессы, сопутствующие уплотнению подвижных материалов. Вестн.Львовск.политехн.ин-та "Вопро-

сы современного строительства", № 113, 1977 (с. 96-102.).

14. Бурык А.П. Вредное влияние вибрации при уплотнении подвижных материалов. Вестн. Львовск. политехн. ин-та, "Вопросы современного строительства", № 113, 1977 (с. 102-107).

15. Трехслойные панели в сборно-разборном строительстве, под общей редакцией М.Д. Бровченко, авторы: Бровченко М.Д., Бурык А.П., Винник И.М., Ткаченко П.А., из-во "Вища школа", г. Львов, 1978, с. 150.

16. Бровченко М.Д., Бурык А.П., Хило Е.Р., Винник И.М., Попович Б.С., Русанюк З.З. Стыкочное соединение стеновых панелей с каркасом здания. Авт. свид. № 374425, Бюлл. изобрет. № 15, 1973.

17. Бровченко М.Д., Бурык А.П., Хило Е.Р. Трехслойная стеновая панель. Авт. свид. № 339646, Бюлл. изобрет. № 17, 1972.

18. Бровченко М.Д., Хило Е.Р., Бурык А.П., Винник И.М., Способ производства трехслойных конструкций. Авт. свид. № 408794. Бюлл. изобрет. № 48, 1973.

19. Бровченко М.Д., Хило Е.Р., Бурык А.П., Винник И.М. Стеновая панель. Авт. свид. № 414388, Бюлл. изобрет. № 5, 1974.

20. Бровченко М.Д., Бурык А.П., Попович Б.С., Меркулов Б.И., Мотоларов А.А. "Панель покрытия", а.с. № 566913, Бюлл. изобрет. № 28, 1977.

Александр Пантелеймонович Бурык

Исследование и разработка технологии получения безусадочной теплоизоляционной засыпки на основе вспученных вулканических отскол.

Подписано в печать 10.10.79г.

А Т 02485

Формат 60 x 84 1/16. Печать офсетная, Усл. печ. л. 0,93

Уч.-изд. л. 1. Тираж 100 экз. Заказ 611.

Бесплатно

Отпечатано на ротационно-лит. БТИ им. С.М. Кирова

220630, Минск, Свердлова, 13.