

$$\sum_{i=1}^n \Delta t_i \approx \Delta t_1 \cdot \tau_1 + \Delta t_2 \cdot \tau_2 + \Delta t_3 \cdot \tau_3,$$

где  $\Delta t_1, \Delta t_2, \Delta t_3, \Delta t_5$  – относительное снижение температуры смеси в процессе выполнения операций ее загрузки, транспортирования, выгрузки в бункер (бадью, приемное устройство) и укладки бетонной смеси в опалубку, соответственно (по табл. 5), °C/(°C·мин);  $\tau_1, \tau_2, \tau_3$  и  $\tau_5$  – время выполнения операций загрузки, транспортирования, выгрузки и укладки смеси в опалубку, мин;  $\Delta t_4$  и  $\Delta t_6$  – относительные потери температуры бетонной смеси при подаче ее в опалубку и при выполнении финишных работ, °C/(°C·мин).

8. Определяют требуемую температуру бетонной смеси на выходе из смесителя по формуле на основании полученного значения  $\sum_{i=1}^n \Delta t_i$  принятой величины температуры бетона к началу прогрева или предварительного разогрева его перед укладкой в опалубку ( $t_{б.н}$ ), с учетом физической (или расчетной) температуры наружного воздуха ( $t_{н.в}$ ):

$$t_{см} = \frac{t_{б.н} - t_{н.в} \sum_{i=1}^n \Delta t_i}{1 - \sum_{i=1}^n \Delta t_i}.$$

### 2.1.2. Расчет температуры бетонной смеси на выходе из смесителя бетонного завода

**Задание.** Рассчитать требуемую температуру бетонной смеси на выходе из бетоносмесителя, с учетом ее потерь, при следующих исходных данных:

– температура бетона после укладки в опалубку  $t_{б.н} = 3$  °C;

### 2. Температурный режим технологического процесса

- средняя температура наружного воздуха  $t_{н.в} = -10$  °C;
- расстояние транспортирования (жесткое покрытие)  $l = 20$  км;
- объем бетона  $V_{бет} = 4$  м<sup>3</sup>, перевозка автобетоносмесителем;
- объем смесителя на бетоносмесительном узле (БСУ)  $V_{см} = 1,5$  м<sup>3</sup>;
- прием смеси (подвижность – 6–7 см) на объекте – выгрузка за 2 приема в опрокидные бадьи; время маневров до разгрузки – 8 мин;
- подача смеси в бадье краном на высоту  $H = 15$  м;
- укладка в опалубку несущей стены с размерами в плане  $7,5 \times 0,3$  м;
- уплотнение бетона глубинным вибратором (например, ИВ-47Б, принятый радиус воздействия  $R \sim 0,3$  м) при высоте слоя бетона  $h \sim 0,40$  м;
- твердение бетона – электродный прогрев; электроды установлены при ведении арматурных работ, поэтому финишные работы включают заглаживание поверхности, гидро-, теплоизоляцию бетона с одновременным выполнением работ по подключению электродов к питающей сети.

#### Последовательность и результаты расчета

1. Производительность смесителя БСУ, м<sup>3</sup>/мин, для рассматриваемого случая при  $\beta = 0,67$  (табл. 7) и  $n = 22$  замеса соответствует:

$$\Pi_{мин} = \frac{V_{см} \cdot \beta \cdot n}{60};$$

$$\Pi_{мин} = \frac{1,5 \cdot 0,67 \cdot 22}{60} = 0,37, \text{ м}^3/\text{мин}.$$

2. Время приготовления и загрузки смеси, мин:

$$\tau_{пр} = V_{бет} / \Pi_{мин},$$

$$\tau_{пр} = 4/0,37 = 11 \text{ мин.}$$

3. Количество замесов для загрузки автобетоносмесителя:

$$n_{зам} = \frac{V_{бет}}{V_{см} \cdot \beta};$$

$$n_{зам} = \frac{4}{1,5 \cdot 0,67} \text{ зам.}$$

4. Время загрузки смеси в автобетоносмеситель, мин:

$$\tau_1 = \tau_{выг} \cdot n_{зам};$$

$$\tau_1 = 0,5 \cdot 4 = 2,0 \text{ мин.}$$

5. Время транспортирования смеси, мин:

$$\tau_{тр} = \frac{L_{тр}}{V_{сп} \cdot 60};$$

$$\tau_{тр} = 20/(30 \cdot 60) = 40 \text{ мин.}$$

6. Общее время транспортирования смеси с учетом ожидания при загрузке и выгрузке, мин, составит:

$$\tau_2 = \tau_{пог} + \tau_{тр} + \tau_{ман};$$

$$\tau_2 = 40 + (11 + 2) + 8 = 57 \text{ мин.}$$

7. Время выгрузки смеси, мин:

$$\tau_3 = V_{бет}/V_{выг};$$

$$\tau_3 = 4/1,0 = 4 \text{ мин.}$$

8. Относительные потери температуры смеси при подаче к опалубке при  $\Delta t'_{ик} = 0,0022$  (п. 3, табл. 5) найдем по формуле

$$\Delta t_4 = \Delta t'_{ик} \cdot H = 0,0022 \cdot 15 = 0,033 \text{ мин.}$$

Производительность работ по укладке и уплотнению бетона с глубинным вибратором,  $\text{м}^3/\text{мин}$ , при  $R \sim 0,4 \text{ м}$ ,  $\tau_b \sim 25 \text{ с}$ ,  $\tau_{пер} \sim 5 \text{ с}$  найдем по формуле:

$$\Pi = 2K_{исп} \cdot b \cdot R \cdot h \cdot 60/(\tau_b - \tau_{пер});$$

$$\Pi = 2 \cdot 0,85 \cdot 0,3 \cdot 0,4 \cdot 0,40 \cdot 60/(25 + 5) = 0,163 \text{ м}^3/\text{мин.}$$

9. Время укладки и уплотнения бетона, мин:

$$\tau_5 = \frac{V_6}{\Pi};$$

$$\tau_5 = 4/0,163 = 25 \text{ мин.}$$

10. Относительные потери температуры на финишных работах при площади заглаживаемой и гидро-, теплоизолируемой поверхности бетона  $F = 2,25 \text{ м}^2$ , времени подключения электродов к питающей сети, например  $\tau_{под} = 15 \text{ мин}$ , будут равны (пп. 5 и 6 табл. 5):

$$\Delta t_6 = \Delta t'_{отд} \cdot F + \Delta t'_{у.э} \cdot \tau_{у.э} + \Delta t'_{под} \cdot \tau_{под};$$

$$\Delta t_6 = 0,001 \cdot 2,25 + 0,0004 \cdot 15 = 0,00825 \text{ }^\circ\text{C}/(^\circ\text{C} \cdot \text{мин}).$$

Суммарные относительные потери температуры на всех технологических переделах транспортирования и укладки бетона

$$\begin{aligned} \Sigma \Delta t_{п} &= 0,032 \cdot 2 + 0,0014 \cdot 57 + 0,032 \cdot 4 + 0,033 + \\ &+ 0,007 \cdot 25 + 0,00825 \approx 0,486. \end{aligned}$$

Требуемую температуру бетонной смеси на выходе из смесителя находим по формуле

$$t_{см} = \frac{t_{б.п} - t_{н.в} \sum_{i=1}^n \Delta t_i}{1 - \sum_{i=1}^n \Delta t_i},$$

или

$$t_{см} = (3 + 10 \cdot 0,486)/(1 - 0,486) = 15 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Она обеспечит к началу прогрева (подачи электрической энергии) свежееуложенного бетона температуру  $t_{б.н}$  больше 3 °С.

## 2.2. Методика расчета парка машин для транспортирования бетонной смеси

При выборе автотранспортных средств для перевозки бетонной смеси необходимо учитывать расстояние (или время) транспортирования, класс дороги, погодные условия и подвижность смеси.

Максимально допустимое расстояние перевозки бетонной смеси  $l_{доп}$  рекомендуется ориентировочно принимать по табл. 8 и 9.

Таблица 8

Время и предельная дальность транспортирования разогретых бетонных смесей подвижностью до 3 см в автосамосвалах\* по дорогам с жестким покрытием

$t_{н.в.}$ °С	$t_{б.н.}$ °С	Предельно допустимые	
		дальность транспортирования, км, при $V = 30$ км/ч	время транспортирования, мин
От -40 до -50	От +30 до +45	15	30
От -30 до -40	От +20 до +30	22,5	45
От -20 до -30	От +10 до +20	30	60
От 0 до -30	От +20 до +30	30	60
От 0 до -30	От +10 до +20	45	90

*Примечание.* При подвижности бетонной смеси более 3 см для определения предельной дальности и времени транспортирования следует пользоваться табл. 9.

\* Автосамосвалы грузоподъемностью > 5 т рекомендуется применять в том случае, когда в технологической карте по производству бетонных работ в зимних условиях экономически обоснована технология «кран – бадья», а также применение жестких бетонных смесей.

Таблица 9

Максимально технологически допустимые расстояния транспортирования бетонной смеси

Подвижность бетонной смеси, см	Вид дорожного покрытия	Скорость транспортирования, км/ч	Расстояние, км					
			Автобетоно-смеситель	Автобетоновоз	Автосамосвал	Автобадьевоз		
			Режим транспортирования					
			А	Б	В	Готовая смесь без побуждения в пути		
1-3	Жесткое, асфальтовое, асфальтобетон и т. д.	30	Не ограничено	до 120	до 100	до 45	30	25
4-6				100	80	30	20	15
7-9				80	60	20	15	10
10-14				60	45	15	10	8
1-3	Мягкое, грунтовое, улучшенное	15	Применение не рекомендуется ввиду возможности быстрого выхода из строя			12	7,5	5
4-6						8	5,0	3
7-9						5,4	3,7	2
						4,0	2,5	1,6

При транспортировании бетонная смесь меняет свою подвижность, поэтому на заводе заранее должна быть учтена эта величина по формуле

$$OK_3 = \frac{OK_{об}}{\eta \cdot \mu},$$

где  $OK_3$  и  $OK_{об}$  – осадка конуса, соответственно, на заводе (до перевозки) и на строительном объекте (после перевозки);  $\eta$  – коэффициент потери подвижности, зависящий от дальности транспор-

замесов бетоносмесителя в час, с учетом конкретных условий приготовления бетона, принимают по табл. 7.

Таблица 7

№ п/п	Наименование	Единица измерения	Нормируемое количество замесов
1	Расчетное количество замесов в час, для приготовления на плотных заполнителях тяжелых бетонных и растворных смесей с автоматизированным дозированием, составляющих:		
	бетонные смеси, изготавливаемые в смесителях принудительного действия (жесткие и подвижные)		
	бетонные смеси, изготавливаемые в смесителях гравитационного действия	замес	35
	а) при объеме готового замеса бетонной смеси 500 л и менее:		
	подвижностью 1–4 см	замес	25
	подвижностью 5–9 см	замес	27
	подвижностью 10 см и более	замес	30
	б) при объеме готового замеса бетонной смеси более 500 л:		
	подвижностью 1–4 см	замес	20
	подвижностью 5–9 см	замес	22
подвижностью 10 см и более	замес	25	
растворные смеси	замес	25	
2	Расчетное количество замесов в час для приготовления легких бетонных смесей в бетоносмесителях принудительного действия с автоматизированным дозированием составляющих при плотности бетона в высушенном состоянии:		
	более 1700 кг/м <sup>3</sup>	замес	20
	от 1400 до 1700 кг/м <sup>3</sup>	замес	17

Окончание табл. 7

№ п/п	Наименование	Единица измерения	Нормируемое количество замесов
	от 1000 до 1400 кг/м <sup>3</sup>	замес	15
	1000 кг/м <sup>3</sup> и менее	замес	13
3	Коэффициент ( $\beta$ ) выхода смесей в плотном теле: бетонных тяжелых и легких (только для конструкционного бетона) легких (для конструкционно-теплоизоляционного бетона) растворных		0,67
			0,75
			0,80

2. Время загрузки бетонной смеси в транспортное средство, мин, определяют по зависимости

$$\tau_1 = \tau_{\text{выг}} \cdot n_{\text{зам}}$$

где  $\tau_{\text{выг}}$  – время выгрузки бетоносмесителя, мин, принимаемое равным 0,25–0,5 мин для смесителей принудительного действия и 0,25 мин – для гравитационных смесителей;  $n_{\text{зам}}$  – количество замесов бетоносмесителя, необходимое для загрузки транспортного средства на 1 рейс, т. е.

$$n_{\text{зам}} = \frac{V_{\text{бет}}}{V_{\text{см}} \cdot \beta}$$

Время загрузки бетонной смеси в расчетах следует выделять из общих затрат времени на ее приготовление и выгрузку, так как при свободном падении через холодный воздух смесь наиболее интенсивно охлаждается (см. данные табл. 5).

Время, которое бетонная смесь будет накапливаться в транспортном средстве за период его нахождения на БСУ под

## 2. ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРИГОТОВЛЕНИЯ, ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ И УКЛАДКИ БЕТОННОЙ СМЕСИ

### 2.1. Методика расчета температуры бетонной смеси на выходе из смесителя бетонного завода

При работе в зимний период необходимо рассчитать требуемую температуру бетонной смеси на выходе из смесителя  $t_{см}$ , которая обеспечит нормальные условия ее транспортирования на объект и укладки в опалубку, по формуле

$$t_{см} = \frac{t_{б.н} - t_{н.в} \sum_{i=1}^n \Delta t_i}{1 - \sum_{i=1}^n \Delta t_i},$$

где  $t_{б.н}$  – нормативная температура бетонной смеси, °С, т. е. требуемый нижний предел температуры смеси по завершении укладки ее в опалубку либо выгрузки из транспортного средства в приемный бункер для разогрева перед подачей в опалубку;  $t_{б.н} > 0$  °С (рекомендуется 2–5 °С) – в случае последующей тепловой интенсификации твердения бетона или применения предварительного разогрева смеси перед укладкой в опалубку (кроме нагнетательных способов подачи);  $t_{б.н} > 20$  °С – при подаче бетонной смеси в опалубку нагнетательными способами;  $t_{н.в}$  – температура наружного воздуха, °С;  $\sum_{i=1}^n \Delta t_i$  – д. ед., составляют

потери температуры бетонной смесью на протяжении технологического цикла, включающего все операции, от выгрузки ее из смесителя в транспортное средство до отделки и влаго-, тепло-

### 2. Температурный режим технологического процесса

изоляции поверхности забетонированной конструкции или до перегрузки смеси из транспортного средства в бункер для разогрева перед укладкой в опалубку, если используется предварительный разогрев бетона.

Снижение температуры бетонной смеси на отдельной  $i$ -й операции технологического цикла доставки ее на объект и укладки в опалубку, д. ед., определяют по формуле

$$\Delta t_i = \Delta t'_i \cdot \tau_i,$$

где  $\Delta t'_i$  – относительное снижение температуры смеси в процессе выполнения  $i$ -й операции за 1 мин при разнице температур смеси и наружного воздуха в 1 °С (°С/°С·мин), значения которого приведены в табл. 5;  $\tau_i$  – продолжительность  $i$ -й операции в минутах.

Таблица 5

Значения  $\Delta t'_i$

№ п/п	Наименование и условия выполнения операций	°С/(°С·мин)
1	Загрузка (погрузка или перегрузка) смеси 1 раз	0,032
2	Транспортирование смеси самосвалами:	
	до 2 м <sup>3</sup>	0,003
	до 3,2 м <sup>3</sup>	0,0025
	автобетоновозом с теплоизоляцией кузова (до 3,2 м <sup>3</sup> )	0,00022
	автобадьевоном (до 1,6 м <sup>3</sup> )	0,0009
	автобетоносмесителями:	
	до 2,5 м <sup>3</sup>	0,0024
	до 3,5 м <sup>3</sup>	0,0019
	до 5 м <sup>3</sup>	0,0014
	более 5 м <sup>3</sup>	0,001
	то же в зимнем исполнении	0,0004

Окончание табл. 5

№ п/п	Наименование и условия выполнения операций	°С/(°С·мин)
3	Подача смеси к месту укладки в опалубку (в °С/°С·м): нагнетательные методы, по бетоноводу на 1 м длины без утепления	0,003
	с утеплением в поворотных (неповоротных) бункерах (бадьях)	0,001; 0,0022
	краном на высоту $H$ , м, на каждый метр шахтным подъемником в утепленной шахте высотой $H$ , м, на каждый метр	0,001
4	Укладка и уплотнение бетона в конструкцию с минимальным размером или толщиной слоя бетона, в м:	
	0,06	0,03
	0,10	0,018
	0,15	0,012
	0,2	0,009
	0,3	0,007
	0,4	0,006
	0,5	0,004
> 0,6	0,003	
5	Отделка (заглаживание) и гидротеплоизоляция поверхности, на 1 м <sup>2</sup> (в °С/°С·м <sup>2</sup> ); установка электродов после укладки бетона, за 1 мин	0,001
6	Подключение электродов, греющих проводов, намотка провода индуктора и его подключение после гидро-, теплоизоляции бетона	0,0004

### 2.1.1. Расчет параметров режима транспортирования смеси и процесса твердения бетона

Разрабатывают пооперационный график ведения работ (операций) технологического цикла доставки бетонной смеси на объект и укладки в опалубку в форме табл. 6.

Таблица 6

№ п/п	Наименование операции	Условия выполнения работ, механизмы (вид, производительность, грузоподъемность и т. д.)	Расстояние транспортирования $L_{тр}$ , км, или перемещения $H$ , м; объем работ, м <sup>3</sup> (м <sup>2</sup> ); скорость выполнения работ, расчетные формулы	Продолжительность операции $\tau_i$ , мин
1	2	3	4	5

В графы табл. 6 заносят названия операций в их технологической последовательности и известные исходные данные, которые затем дополняют справочными характеристиками принимаемого для выполнения работ оборудования (механизмов) и расчетными данными о продолжительности отдельных операций технологического цикла транспортирования и укладки бетонной смеси.

Определяют расчетную продолжительность операций технологического цикла по следующей (примерной) схеме.

1. Время приготовления и загрузки бетонной смеси, мин:

$$\tau_{пр} = V_{бет} / \Pi_{мин},$$

где  $V_{бет}$  – объем бетонной смеси, м<sup>3</sup>, перевозимой транспортным средством за один рейс (принимают по характеристике транспортного средства и конкретным условиям производства работ);  $\Pi_{мин}$  – производительность смесителя бетоносмесительного узла (БСУ), м<sup>3</sup>/мин, которую определяют из зависимости

$$\Pi_{мин} = \frac{V_{см} \cdot \beta \cdot n}{60}.$$

Здесь  $V_{см}$  – объем смесителя на БСУ, м<sup>3</sup>;  $\beta$  – коэффициент выхода бетона, значение которого определяют при расчете состава бетона или принимают по табл. 7;  $n$  – нормируемое количество

4. ООО «Алума-Опалубка» (ЦНИИИОМТП, г. Москва):
- а) крупнощитовая алюминиевая (и стальная) опалубка для стен и колонн;
  - б) опалубка колонн из универсальных щитов и шкворней;
  - в) опалубка колонн с креплением щитов на угловых элементах;
  - г) опалубка перекрытий на алюминиевых и стальных рамах;
  - д) опалубка перекрытий на телескопических стойках;
  - е) опалубка перекрытий на фермах (перекатывающихся столах).
5. ЗАО «Строительные технологии» (г. Омск) – стальная щитовая опалубка Модуль-А – бетонирование стен, колонн, пилонов, перекрытий, элементов лестничного узла, лифтовых шахт и др.
- а) опалубка стен;
  - б) опалубка колонн на универсальных щитах;
  - в) опалубка колонн на угловых щитах;
  - г) опалубка колонн на линейных щитах с применением углового элемента;
  - д) опалубка колонн на линейно-торцевых щитах;
  - е) опалубка лифтовых шахт;
  - ж) опалубка перекрытий на телескопических стойках;
  - з) опалубка перекрытий на объемных стойках.
7. ООО «ДАК» (г. Красноярск) – разборно-переставная алюминиевая крупнощитовая опалубка стен, колонн и перекрытий (на телескопических стойках, на рамах).

Таблица П.4.1

Изменение температуры  $\Delta t'_{тр}$  при транспортировке различными автосредствами

Способ транспортирования	Марка или конструкция транспортного устройства	Объем перевозимой бетонной смеси, м <sup>3</sup>	град/град·мин
Автосамосвалами	ГАЗ-93	1,4	0,0037
	ЗИЛ-ММЗ-555	2	0,003
	МАЗ-503	3,2	0,0025
Автобетоновозами	Кузов с двойной обшивкой, с пространством между ними 50–60 мм и крышкой	3,2	0,00022
Автобадьевозами	Бадьа опрокидная с шарнирно-роликовыми затворами	1,6	0,0009

Таблица П.4.2

Изменение температуры  $\Delta t'_y$  при укладке и уплотнении

Относительное снижение температуры при укладке $\Delta t'_y$	Толщина конструкции, мм
0,03	60
0,018	100
0,012	150
0,009	200
0,007	300
0,005	400
0,004	500
0,003	600

Таблица П.4.3

## Средняя месячная температура воздуха, °С

Край, область, пункт	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Алтайский край												
Барнаул	-17,5	-16,1	-9,1	2,1	11,4	17,7	19,8	16,9	10,8	2,5	-7,9	-15
Рубцовск	-17,5	-16,4	-8,9	3,6	12,6	18,7	20,5	17,7	11,8	3,7	-7,1	-14,9
Читинская область												
Чара	-33,8	-29,7	-18,3	-4,9	4,4	12,7	16,2	13	5,2	-6,4	-22	-31,9
Чита	-26,2	-22,2	-11,1	-0,4	8,4	15,7	17,8	15,2	7,7	-1,8	-14,3	-23,5
Кемеровская область												
Кемерово	-18,8	-16,9	-9,8	1	9,7	16,3	18,8	15,4	9,5	1,3	-9,6	-16,9
Киселевск	-17,2	-15,5	-8,1	2	10	16,6	18,8	15,8	10	2,2	-8,3	-15,4
Новокузнецк	-17,2	-15,5	-8,1	2	10	16,6	18,8	15,8	10	2,2	-8,3	-15,4
Прокопьевск	-17,2	-15,5	-8,1	2	10	16,6	18,8	15,8	10	2,2	-8,3	-15,4
Маринск	-17,8	-16,2	-9,3	0,8	9	15,9	18,3	15,2	9,1	1	-9,1	-16,2
Красноярский край												
Ачинск	-17,7	-15,6	-9,1	0,4	8,6	15,6	17,9	15	9	0,6	-9,3	-16,3
Красноярск	-17,7	-15,6	-9,1	0,4	8,6	15,6	17,9	15	9	0,6	-9,3	-16,3
Минусинск	-20,8	-19	-8,9	3	10,5	17,2	19,8	16,9	10	1,9	-8,9	-17,8
Томская область												
Асино	-19,1	-16,9	-9,9	0	8,7	15,4	18,3	15,1	9,3	0,8	-10,1	-17,3
Колпашево	-20,7	-18,7	-10,8	-0,7	7,3	15,2	18	14,4	8,7	0,1	-11,4	-19,4
Томск	-19,1	-16,9	-9,9	0	8,7	15,4	18,3	15,1	9,3	0,8	-10,1	-17,3
Новосибирская область												
Новосибирск	-18,8	-17,3	-10,1	1,5	10,3	16,7	19	15,8	10,1	1,9	-9,2	-16,5
Иркутская область												
Иркутск	-20,6	-18,1	-9,4	1	8,5	14,8	17,6	15	8,2	0,5	-10,4	-18,4

Таблица П.4.4

Коэффициент теплопередачи опалубки различной конструкции  $K_t$ 

Тип опалубки	Материал	Толщина слоя, мм	Коэффициент		
			Скорость ветра, м/с		
			0	5	15
I	Доска	25	2,44	5,2	5,98
II	Доска	40	2,03	3,6	3,94
III	Доска	25	1,8	3	3,25
	Толь	-			
IV	Доска	25	0,67	0,8	0,82
	Пенопласт	30			
V	Фанера	4	0,87	1,07	1,1
	Доска	25			
	Толь	-			
VI	Вата минеральная	50	1,02	1,27	1,33
	Фанера	4			
	Металл	3			
VII*	Фанера	10	2,44	5,1	5,8
	Асбест	4			
	Фанера	10			
VIII	Толь	-	0,74	0,89	0,9
	Опилки	100			
IX	Толь	-	1,27	1,77	1,87
	Шлак	150			
X	Толь	-	1,01	1,31	1,37
	Вата минеральная	50			

\* Применяется с сетчатым нагревателем, расположенным между слоями асбеста.