



Инструкция  
по применению комплексных добавок  
**Ф О Р Т**  
**«УП-2», «УП-2М», «УП-2С»,**  
**«УП-4», «УП-4М»**  
при производстве бетонов и растворов  
и **«УП-2(ПБ)»**  
при производстве пенобетонов

2007 год

**! Чтобы избежать ошибок при внедрении добавки, необходимо внимательно прочитать Инструкцию! Данная инструкция является рекомендательным документом, при разработке которого использовались: «Пособие к СНИП 3.09.01-85 по применению химических добавок при производстве сборных железобетонных конструкций и изделий», «Руководство по применению химических добавок в бетон» разработанных НИИЖБ (г. Москва).**

## **СОДЕРЖАНИЕ**

Введение	3
Глава 1. Общие положения	3
Требования к материалам	4
Глава 2. Методика проведения испытаний. Общие положения	5
Глава 3. Методика проведения испытаний на ускорение сроков Твердения бетона	7
Особенности проведения испытаний в зимнее время	8
Особенности проведения испытаний добавки <b>ФОРТ «УП-4»</b> в предварительно напряженных железобетонных конструкциях	8
Глава 4. Методика проведения испытаний добавки в качестве пластификатора	9
Глава 5. Методика проведения испытаний добавки для экономии цемента	10
Глава 6. Методика проведения испытаний добавки для повышения морозостойкости изделий	10
Глава 7. Особенности испытания добавки для изменения воздухововлечения	11
Глава 8. Применение бетонов с противоморозными добавками в комплексе с добавкой <b>ФОРТ «УП-2»</b>	11
Глава 9. Рекомендации по применению модернизированной добавки <b>ФОРТ «УП-2(ПБ)»</b> при производстве пенобетонов	12
Глава 10. Условия хранения и транспортировки добавки	13
Глава 11. Техника безопасности и охрана труда	14
Глава 12. Возникающие ошибки при внедрении добавки	14
ДОПОЛНЕНИЕ	14

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящая «Инструкция» предназначена для самостоятельного, силами сотрудников предприятий, внедрения и использования в строительной индустрии добавок ФОРТ «УП-2», «УП-2(ПБ)» и «УП-4» (в дальнейшем «УП») для производства бетонных, пенобетонных и железобетонных изделий и приготовления бетонных смесей.

Инструкция разработана с учетом рекомендаций ГУП НИИЖБ по применению химических добавок.

При проведении лабораторных испытаний добавки следует руководствоваться данной «Инструкцией» и другими нормативными материалами, указанными в «Инструкции».

После получения результатов, просим Вас предоставить предприятию-изготовителю по факсимильной связи все исходные данные опытов, а именно: температурные режимы, марки цемента, характеристики инертных, концентрацию и плотность раствора добавки, марки бетонов, показатели прочности бетонов; а также полученные результаты испытаний: на ускорение набора прочности, на подвижность, на экономию цемента, воды.

Наш телефон/факс: +7 (48343) 3-22-78, т/ф 3-24-17

### К сведению:

1. Добавки наиболее эффективно работают с бездобавочными цементами, а также с цементами 1 и 2 группы. Применение цемента 3 группы нежелательно – резко снижается эффект ускорения твердения бетона.

2. Добавка работает со всеми видами бетонов и пенобетонов.

## ГЛАВА 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Добавки «УП» являются ускорителями твердения бетона и эффективными пластификаторами 2 группы с воздухововлекающим действием.

1.2. Добавки выпускаются в порошкообразном виде.

1.3. Перед использованием добавок на производстве необходимо провести лабораторные испытания свойств бетонных смесей с добавкой в соответствии с указаниями глав 2-7 настоящей «Инструкции».

1.4. Область применения добавок: ФОРТ «УП-2» - все виды бетонных изделий и железобетонные изделия без преднапряженного армирования; ФОРТ «УП-2(ПБ)» – неавтоклавный пенобетон; ФОРТ «УП-4» - железобетонные конструкции с преднапряженным армированием, закладными деталями и пр.

1.5. При применении добавок следует учитывать следующие инструктивные документы:

1.5.1. «Пособие по применению химических добавок при производстве сборных железобетонных конструкций и изделий (к СНиП 3.09.01.-85).

1.5.2. «Руководство по применению химических добавок в бетоне (М. Стройиздат, 1981 г. НИИЖБ)

1.5.3. СНиП 2.03.11-85. «Защита строительных конструкций от коррозии».

1.6. Расчет железобетонных конструкций из бетонов с комплексной добавкой следует производить по СНиП 2.03.01-84 «Бетонные и железобетонные конструкции».

1.7. Характеристики эффективности технологий с применением добавок «УП»:

1.7.1. **Наружная температура воздуха +10° С и выше.**

а) производство железобетона без пропарки - за 24-36 часов достижение 70% нормируемой прочности изделия (снижение энергозатрат на 98%) ФОРТ «УП-2»;

б) производство преднапряженного железобетона по циклу – подъём температуры в камере до +50° С в течение 1 часа, выемка изделий из камеры через 12 часов – достижение 70% нормируемой прочности ФОРТ «УП-4»;

в) экономия цемента до 20% ФОРТ «УП-2», «УП-4»;

г) повышение морозостойкости и водонепроницаемости на 1-2 марки, ФОРТ «УП-2», «УП-4»;

д) уменьшение расслаиваемости бетонной смеси ФОРТ «УП-2», «УП-4»;

е) уменьшение времени на вибрацию изделий ФОРТ «УП-2», «УП-4»;

ж) повышение удобоукладываемости бетонной смеси (увеличение подвижности от 2-4 до 10-12см). При этом, одинаковая удобоукладываемость бетонной смеси с добавкой обеспечивается при подвижности на 2-3см меньшей, чем бетонной смеси без добавки ФОРТ «УП-2»;

з) повышение подвижности бетонной смеси от 2-4см до 12-19см без снижения прочности изделия, возможность получения литых бетонных смесей ФОРТ «УП-4»;

и) снижение водопотребности бетонной смеси до 15% и повышение конечной прочности бетона на 20-35% УП-2;

к) снижение водопоглощения бетона на 7-12% ФОРТ «УП-2», «УП-4»;

л) в легком бетоне снижение водопотребности бетонной смеси до 18% и повышение прочности бетона до 20%, увеличение воздухововлечения до 11% и снижение плотности бетона ФОРТ «УП-2».

1.7.2. **Наружная температура воздуха ниже +10° С.**

а) уменьшение времени пропарки изделий минимум в 2 раза (на ряде заводов время изотермии составляет не более 2 часов) ФОРТ «УП-2», «УП-4»;

б) снижение температуры изотермии до 50° С ФОРТ «УП-2», «УП-4»;

в) рабочий раствор добавки 10%-ной концентрации не замерзает до  $T = -6^{\circ}C$  ФОРТ «УП-2»;

г) сухую добавку можно хранить при отрицательной температуре ФОРТ «УП-2», «УП-4».

д) Аналогично п.п. 1.8.1. (б – л).

1.8. **С учётом того, что добавки являются многофункциональными, а именно:**

а) ускоритель твердения;

б) пластификатор;

в) позволяет экономить цемент и снижать водоцементное отношение;

Их применение позволит Вашему предприятию решать все эти задачи, не покупая целый набор других добавок. Но нужно учитывать, что все эти свойства работают наиболее эффективно по отдельности их применения.

**Оптимизировать эффекты применения добавок следует исходя из формулы водоцементного отношения (В/Ц), например: - уменьшаем воду на 15-20% - получаем эффект равноподвижности смеси с прежним В/Ц соотношением и эффект ускорения твердения бетонной смеси. Не уменьшаем воду – получаем эффект пластификации.**

1.9. Применение добавки ФОРТ «УП-2» позволяет на сезон «апрель – октябрь» полностью отключить котельную, если нет других потребителей пара, кроме производства железобетона. В этом случае значительно экономятся накладные расходы предприятия, продлевается ресурс котельного оборудования в 2 раза, снижаются затраты на наладку и ремонт энергооборудования котлов, снижается вероятность штрафов за неполадки в энергохозяйстве, возможна передача котельных на баланс муниципальных властей, что снижает расходы на амортизацию основных средств и налогообложение.

1.10. Экономическая эффективность применения добавки с учетом транспортных услуг на ее доставку определяется по формуле:

$$n=Z:(T \times L:m+x)$$

Где: Z – стоимость газа (пара) на 1 м<sup>3</sup> железобетона (руб./м<sup>3</sup>)  
 X – стоимость добавки на 1 м<sup>3</sup> железобетона (руб./ м<sup>3</sup>)  
 n – кратность экономии, n ≈ 1.5- 1.8  
 T – тариф на автоуслуги (руб./км)  
 L – расстояние доставки в оба конца до потребителя (км)  
 m - количество перевозимой добавки в кг

Причем Z может включать кроме стоимости газа, пара, также стоимость эксплуатационных расходов на содержание котельной и сетей, капитальных затрат на модернизацию котельной (замена устаревших или аварийных котлов), процент кредитов на приобретение газа, пара и все дополнительные издержки, связанные с содержанием энергетического хозяйства предприятия.

- 1.11. Оценку эффективности применения добавки производят в зависимости от цели ее применения; а именно: использование с целью:
- снижение расхода энергоресурсов (топлива или пара),
  - экономия цемента и воды,
  - повышение морозостойкости и водонепроницаемости,
  - повышение подвижности бетонной смеси,
  - с учетом воздухововлечения добавки.

#### Требования к материалам.

1.12. При применении добавки с целью снижения расхода цемента, воды, повышения удобоукладываемости, повышения качества бетонной смеси бетона по показателям однородности, расслаиваемости, коэффициента вариации прочности бетона, морозостойкости, водонепроницаемости, геометрической точности, уменьшения брака и ремонта изделий – требования к материалам следует принимать по ГОСТ 26633 и ГОСТ 25820 без дополнительных ограничений.

1.13. При применении добавки для изготовления конструкций по беспропарочной или малоэнергоёмкой технологии следует учитывать, что **максимальный эффект** достигается при дополнительных требованиях к исходным материалам.

1.14. Цементы, применяемые для беспропарочной и малоэнергоёмкой технологии обеспечивают достижение **максимального эффекта (через 24 часа 50-70% прочностью от нормируемой без пропарки)** при следующих показателях качества:

- по химическому и минералогическому составу:
  - средне и низкоалюминатные с содержанием трехкальциевого силиката  $3CaSiO_2 > 62-70\%$
  - трёхкальциевого алюмината  $3CaAl_2O_3 < 5-6\%$
  - четырёхкальциевого алюмоферрита = 13-14%;
- прочность при пропаривании (прочность в 3-х суточном возрасте) более 60 % -цементы 1-й и 2-й группы эффективности при пропаривании;
- желательное содержание минеральных добавок минимальное (5-10 %) или без них;
- нормальная густота не более 26 %;
- сроки схватывания: конец не позднее – 5 часов;
- тонкость помола более 350 м<sup>2</sup>/кг

1.15. Заполнители для бетона должны удовлетворять требованиям ГОСТ 25820.

## ГЛАВА 2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1. Подбор составов бетона следует производить в соответствии с требованиями ГОСТ–27006-86. Освоение беспропарочной технологии следует начинать с конструкций, имеющих проектную марку бетона не ниже класса В15 (марка 200) из бетонной смеси подвижностью 5-7 см с последующим расширением номенклатуры продукции.

2.1.1. Для конструкций, изготавливаемых по беспропарочной технологии, к которым предъявляются требования по водонепроницаемости, проектный возраст бетона по данному показателю следует устанавливать с учетом сроков формирования плотной структуры бетона при твердении в естественных условиях (180 суток), при этом минимальный возраст должен быть не менее 60 суток.

2.2. Подбор состава бетона с добавкой заключается в корректировке исходного состава бетона, выбранного любым общепринятым методом тяжёлого бетона в соответствии с «Руководством по подбору состава тяжёлого бетона», для лёгкого бетона в соответствии с «Руководством по подбору составов конструктивных лёгких бетонов на пористых заполнителях». При этом бетон исходного состава должен удовлетворять всем проектным требованиям при минимальном расходе цемента.

2.3. Подбор состава лёгкого бетона следует производить из условия максимально возможной степени насыщения бетона крупным заполнителем. Содержание мелкого заполнителя ориентировочно может быть принято согласно таблице № 1. При применении смеси плотного и пористого песка суммарный объем может отличаться от принятого значения на 10-15 %.

2.4. Полученный по результатам лабораторных опытов состав бетона передается для производственной проверки и корректировки с учетом влажности заполнителей (песка, щебня) В процессе производства бетона контролируются технологические параметры бетонной смеси и изготавливаются контрольные образцы для определения заданных показателей бетона.

Таблица № 1.

№	Вид заполнителя	Расход мелкого заполнителя		
		Классы бетона		
		В 3.5-В 5	В 7,5	В 10- В 15
12	Пористый	0.2 - 0.56	0.3 – 0,6	0.3 – 0.6
	Плотный	0,1 – 0.2	0.2 – 0.3	0.4 – 0,65

2.5. Рекомендуемые пределы оптимального содержания добавки в % к массе цемента (в расчете на сухое вещество): ФОРТ «УП-2» 0,5 – 0,7 % от массы цемента; ФОРТ «УП-4» 0,5 – 1% от массы цемента

2.6. Для лабораторных опытов необходимо растворить в воде один килограмм добавки в соотношении 1:10 (на 1 кг добавки 10 кг воды – 10 % раствор), добиться полного 100 %-го растворения порошка добавки путем принудительного перемешивания. Температура воды должна быть не менее +20° С. В качестве тары для приготовления рабочего раствора следует использовать ведро емкостью 10 литров. Раствор добавки ФОРТ «УП-2» считается пригодным, если плотность его при заданной концентрации соответствует требуемой согласно таблице 2.

2.7. В промышленном же производстве бетона с добавкой, её растворение осуществляется в специальной емкости, объем которой определяется требованием производства, при этом концентрация рабочего раствора определяется согласно п.2.6. и таблицы 2. Перемешивание раствора для полного растворения порошка добавки осуществляется либо механической мешалкой, либо подачей сжатого воздуха (барботаж). Для более быстрого растворения добавки рекомендуется всыпать добавку в воду затворения, медленно при включённом перемешивающем механизме.

Полное растворение добавки следует контролировать визуально, если это невозможно, то следует применять шуп. При барботаже возможно явление мертвых зон в емкости и вследствие этого неполное растворение добавки, поэтому следует опытным путем разместить воздухопровод в емкости так, чтобы исключить «мертвые зоны».

Для повышения скорости растворения добавок рекомендуется воду подогревать, особенно зимой. Способ подогрева ТЭНы или пароспускник.

**Обращаем Ваше внимание! Добавка является многокомпонентной, и неполное растворение не обеспечивает эффективности её действия! СОДЕРЖИМОЕ МЕШКА НЕОБХОДИМО РАСТВОРЯТЬ ПОЛНОСТЬЮ!!!  
Массовая доля нерастворимого в воде осадка – не более 2 %.**

2.8. Срок хранения приготовленного раствора – 2 месяца в герметичной таре.

**2.9. После хранения рабочий раствор добавки перед применением должен быть тщательно перемешан.**

2.10. Оптимальное количество добавки подбирается путем сравнения характеристик исходного состава бетона и бетона того же состава с добавкой, для чего приготавливаются пробные замесы с введением добавки в количестве, равном граничным значениям, указанным в п. 2.5. настоящей «Инструкции» с двумя – четырьмя промежуточными дозировками добавки, отличающимися друг от друга на 20 – 30 % - в нашем случае: 0,5 - 0,7 % от массы цемента для сухого вещества. Строят графическую зависимость, связывающую показатели качества бетонных смесей, являющихся критерием эффективности по ГОСТ – 24211 с дозировкой добавки. Этим Вы определяете оптимальное содержание добавки в смеси.

**Работу проводят при температуре окружающего воздуха и материалов  
T = 20 ± 5° С.**

2.11. Количество испытаний по определению эффективности действия добавок должно составлять не менее 3-х для каждого параметра качества.

2.12. Дозирование добавки может производиться весовыми или объемными методами.

2.13. Технология приготовления бетона с добавкой отличается от обычной тем, что в бетоносмеситель вместе с водой затворения подается необходимое на замес количество добавки, установленное при подборе состава бетона. Плотность растворов определяется ареометром по ГОСТ 18329.

**Таблица № 2.  
Содержание добавки ФОРТ «УП-2» в водных растворах и их плотность**

Концентрация раствора %	Плотность раствора при t=20°С г/см <sup>3</sup>	Содержание безводной добавки в 1л раствора г
5	1,02907	51,500
6	1,03496	62,071
7	1,04153	73,000
8	1,04742	84,071
9	1,05496	94,857
10	1,06046	106,214
12	1,07350	128,857
15	1,09810	150,010

**Содержание добавки ФОРТ «УП-4» в водных растворах и их плотность.**

Концентрация раствора %	Плотность раствора при t=20°С г/см <sup>3</sup>	Содержание безводной добавки в 1л раствора г.
5	1,0238	0,051
6	1,0290	0,062
7	1,0346	0,072
8	1,0414	0,083
9	1,0480	0,094
10	1,0544	0,105
12	1,0676	0,128
14	1,1142	

2.14. Особенности контроля за приготовлением рабочего раствора добавки и бетонной смеси состоит в систематической проверке следующих показателей:

- плотность рабочего раствора готовой добавки (проверку производить перед каждым заполнением расходных баков, но не реже одного раза в смену);
- правильность дозирования материалов;
- соответствие времени перемешивания бетонной смеси заданному;
- соответствие подвижности, плотности бетонной смеси и количество вовлеченного воздуха заданным.

**2.15. Не допускается использование водных растворов добавки, концентрация которых отличается от заданной, без перерасчета и предварительного перемешивания.**

2.16. При назначении периода выдерживания бетона до начала заглаживания и затирки поверхностей следует учитывать более интенсивный набор прочности бетона с добавкой по сравнению с бетоном без добавки, полученным из равноподвижных смесей.

### ГЛАВА 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ, НА УСКОРЕНИЕ СРОКОВ ТВЕРДЕНИЯ БЕТОНА

3.1. Выполнить все требования Главы 2 и ГОСТ-30459 «Добавки для бетонов и методы определения эффективности» (раздел 6).

3.2. Корректировка состава бетонной смеси осуществляется без изменения расхода цемента с уменьшением водосодержания бетонной смеси до 15-20% при сохранении заданной подвижности.

3.3. Необходимое количество раствора добавки D и воды W на замес рассчитывается по формуле:

$$D=CX/KP; \quad W=Q-D;$$

где: С - расход цемента на замес, кг;

X - дозировка добавки в % от массы цемента по сухому веществу (0.5; 0.6);

K – концентрация приготовленного раствора, %;

P – плотность рабочего раствора добавки, г/см<sup>3</sup>;

Q – расчетное количество воды на замес, л.

3.4. Приготавливают бетонные смеси контрольного и основного составов с маркой по удобоукладываемости П1.

3.5. Из бетонных смесей изготавливают образцы для испытания прочности на сжатие («кубики»).

3.6. Образцы бетонов с добавками хранят в нормальных условиях наряду с образцами бетонов без добавок (далее основной и контрольный образец).

Условия хранения: T = 20 ± 5° С

Продолжительность твердения образцов до испытаний по прочности на сжатие – через 24, 30, 36, 48 часов, 3 и 28 суток (на стадии проверочных испытаний).

Диапазон 24-36 часов является пробой на достижение прочности 50% от нормируемой по ГОСТ-26633-91 (Приложение 1, табл.6) и зависит от качества и марки применяемого цемента и заполнителей.

3.7. При определении эффективности добавок, ускоряющих твердение, прирост прочности бетона основного состава ΔR вычисляется по формуле:

$$\Delta R = 100(R_d - R_k) / R_k$$

где: R<sub>д</sub> – прочность бетона основных составов, МПа;

R<sub>к</sub> – прочность бетона контрольного состава, МПа.

3.8. Результаты испытаний заносят в таблицу, в которой должны быть предусмотрены следующие графы:

- дата изготовления замеса;
- маркировка образцов;
- наименование добавки и ее дозировка;
- подвижность конуса бетонной смеси;
- условия твердения бетона (температура);
- дата испытания бетонных образцов и возраст бетона;
- прочность бетона на сжатие;
- результаты расчетов согласно п. 3.7.

**Особенности проведения испытаний в зимнее время.**

3.9. При температуре наружного воздуха T = +10° С и ниже бетонные смеси с применением добавки следует пропаривать в импульсном режиме с сокращением времени изотермического прогрева в 2 – 4 раза. Сокращение времени изотермии в 2 раза и даже в 5 раз зависит от применяемого цемента, конструкций пропарочных камер, уплотнения самого цеха (т.е. увеличение эффекта термоса), технологической дисциплины рабочих, обслуживающих энергооборудования и оборудования пропарочных камер.

3.10. Испытание основных и контрольного образцов следует проводить в лабораторных пропарочных камерах, если же их нет, то в цеховых пропарочных камерах, максимально приближая образцы в зону эффективной температуры прогрева.

3.11. Условия изотермии: Температура прогрева должна быть снижена ступенями на 10, 20, 30, 40° С относительно температуры применявшегося до сих пор изотермического прогрева. Время изотермического прогрева должно быть снижено ступенями до 1 часа .2-х часов, 3-х часов, 4-х часов.

Диапазоны по температуре прогрева и времени изотермии являются пробой на достижение прочности 50 % от нормируемой по ГОСТ 26633 – 91 (Приложение 1 .табл.6) и зависят от условий по п.3.10

**3.12. При назначении сроков предварительного выдерживания следует учитывать температуру окружающей среды. При этом она не должна быть ниже +15 ±5°С (в камере) и достигается путем энергосберегающего режима загрузки и выгрузки тепловых камер или импульсной (кратковременной) подачи теплоносителя в камеру на 2 – 4 часа в зимнее время**

3.13. Рекомендуемые режимы тепловой обработки для малоэнергоемкой технологии изготовления конструкций при 24-часовом цикле (прочность не менее 50-70 % нормируемой:

**1-й вариант:**

- |         |                 |                |                |
|---------|-----------------|----------------|----------------|
| 3.14.1. | - выдержка      | T = 20 ± 5° С  | t = 3 – 4 часа |
|         | - подъем до     | T = 80 - 85° С | t = 3 – 4 часа |
|         | - изотермия при | T = 80 - 85° С | t = 1 – 2 часа |
|         | (или без нее)   |                | (или 0 часов)  |
|         | - остывание -   |                | t = остальное  |

**2-й вариант:**

- |         |                 |               |                 |
|---------|-----------------|---------------|-----------------|
| 3.14.2. | - выдержка      | T = 20 ± 5° С | t = 3 – 4 часа  |
|         | - подъем до     | T = 50-60° С  | t = 2 – 3 часа  |
|         | - изотермия при | T = 50-60° С  | t = до 15 часов |
|         | - остывание     |               | t = 2 – 3 часа  |

На каждый режим устанавливается не менее 3-х серий испытаний. Проводя испытания по п. 3.14., следует для Ваших производственных условий руководствоваться п. 3.12.

3.15 Распалубку конструкций следует производить после достижения бетоном распалубочной прочности по результатам испытаний.

**3.16. Добор прочности до отпускной обеспечивается выдерживанием конструкций в условиях, обеспечивающих температуру не менее + 10° С.**

3.17. Аналогично п.п. 3.7.,3.8.

**Особенности проведения испытаний добавки ФОРТ «УП-4» в предварительно напряженных железобетонных конструкциях.**

3.18. Рекомендуемый режим прогрева изделия:

- подъем температуры в камере до + 50° С в течение 1 часа и последующая выдержка в течение 10 – 12 часов для достижения 70 %-ной прочности от нормируемой.

3.19. Аналогично п.п. 3.7, 3.8.

3.20. Критерием оценки принятого режима тепловой обработки служит сравнение прочности бетона нормального твердения и подвергнувшегося тепловой обработке. При этом прочность бетона в 28-суточном возрасте при оптимальном режиме тепловой обработки должна быть не менее 90 % прочности этого же бетона нормального твердения.

#### ГЛАВА 4. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЯ ДОБАВКИ В КАЧЕСТВЕ ПЛАСТИФИКАТОРА

- 4.1. Выполнить все требования главы 2 и ГОСТ 30459 (глава 5.1).
- 4.2. Корректировка состава бетонной смеси осуществляется с неизменным расходом цемента, при необходимости доля песка увеличивается на 5 – 7 % с целью снижения возможного расслоения смеси.
- 4.3. Перед проведением испытаний мелкий и крупный заполнители высушивают.
- 4.4. Взвешивают составляющие бетонной смеси. Погрешность дозирования составляющих материалов не более 1 % по массе.
- 4.5. Отмеренное количество добавки смешивают с водой затворения.
- 4.6. Приготавливают бетонные смеси контрольного и основного составов с одинаковым водоцементным отношением, учитывая, что одинаковая удобоукладываемость бетонной смеси с добавкой достигается при меньшей на 2 – 4 см подвижности смеси без добавки, а так же ее пластифицирующий эффект используется частично.
- 4.7. Для бетонных смесей определяют подвижность по ГОСТ 10181.1.
- 4.8. Из бетонных смесей изготавливают образцы (кубики) для определения прочности на сжатие.
- 4.9. Образцы подвергают тепловой обработке или оставляют твердеть в нормальных условиях.
- 4.10. Образцы испытывают на сжатие по ГОСТ 10180
- прошедшие тепловую обработку – через 4 часа после нее и в возрасте 28 суток;
  - твердевшие в нормальных условиях – в возрасте 3,7 и 28 суток.
- 4.11. Эффективность добавки оценивается по изменению удобоукладываемости бетонной смеси и прочности бетона основного состава по сравнению с бетонной смесью и бетона контрольного состава в соответствии с требованиями ГОСТ 24211.
- 4.12. Результаты испытаний заносят в журнал, в котором должны быть предусмотрены следующие графы:
- дата приготовления замеса;
  - маркировка образцов;
  - наименование добавки и ее дозировка;
  - подвижность, определяемая осадкой конуса бетонной смеси;
  - условия твердения бетона;
  - дата испытания бетонных образцов и возраст бетона;
  - плотность бетона на сжатие согласно п.4.10.
- 4.13. Подвижность бетонов с добавкой 12 – 19см.
- 4.14. При бетонировании монолитных конструкций из бетона с добавкой подвижность бетонной смеси рекомендуется назначать из условия обеспечения минимальной трудоемкости при оптимальных расходах цемента и обеспечении свойств бетона, указанных в проекте. Начальная подвижность должна назначаться с учетом ее изменения в процессе транспортирования и подачи к месту укладки, определенного опытным путем в зависимости от вида цемента, температуры окружающей среды, способа укладки и дальности перевозки.
- 4.15. Для контроля подвижности мелкозернистых бетонных смесей ниже приводятся ориентировочные соотношения ее величин по таблице 3.

**Таблица 3.**

Осадка стандартного конуса по ГОСТ 10181.1 – 81, см	Глубина погружения конуса по ГОСТ – 5802 – 86, см	Распływ на встряхивающем столике по ГОСТ 310.4 – 81, мм
1 – 3	2 – 3	130 – 150
3 – 5	3 – 5	150 – 170
5 – 7	5 – 7	170 – 182
7 – 12	7 – 8	182 – 192
12 – 16	8 – 9	192 – 220
16 – 21	9 – 10	220 – 230

### **ГЛАВА 5. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЯ ДОБАВКИ ДЛЯ ЭКОНОМИИ ЦЕМЕНТА**

- 5.1. Выполнить все требования главы 2.
- 5.2. Корректировка состава бетонной смеси осуществляется следующим образом:
- 5.2.1. – выполняется перерасчет исходного состава с оптимальным количеством добавки с уменьшением расхода цемента на 5, 10, 15, 20 % при сохранении неизменной доли песка в смеси заполнителей и приготавливаются пробные замесы с сохранением заданной подвижности бетонной смеси, при этом корректируется расход воды по редуцирующему эффекту (равноподвижные смеси);
- 5.2.2. – из бетонной смеси каждого замеса формируются образцы, которые твердеют вместе с образцами исходного состава по принятым режимам и испытываются в установленные сроки.
- 5.3. Аналогично п.п. 4.3-4.10.

### **ГЛАВА 6. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ДОБАВКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ МОРОЗОСТОЙКОСТИ ИЗДЕЛИЯ**

- 6.1. Выполнить все требования главы 2 и ГОСТ 30459 (глава 7.2.)
- 6.2. Корректировка состава осуществляется без изменения расхода цемента с уменьшением водосодержания бетонной смеси при сохранении заданной подвижности.
- 6.3. Для определения эффективности добавки приготавливают бетонные смеси контрольного и основного составов с маркой по удобоукладываемости П1.
- 6.4. Для бетонных смесей определяют пористость по ГОСТ 10181.3. –для бетонных смесей контрольного состава и с добавкой – непосредственно после их приготовления.
- 6.5. Определяют дозировки добавок, обеспечивающих воздухоудерживание 2 – 5 %.
- 6.6. Из бетонных смесей изготавливают образцы бетона по ГОСТ 10060.0.- ГОСТ 10060.4 для испытания на морозостойкость.
- 6.7. Образцы бетона подвергают тепловой обработке или оставляют твердеть в нормальных условиях.
- 6.8. Бетон контрольного и основного составов испытывают на морозостойкость по ГОСТ 10060 в возрасте 28 суток
- 6.9. Расчет объема вовлеченного воздуха в бетонных смесях выполняют по ГОСТ 10181.3.
- 6.10. Результаты испытаний бетона на морозостойкость обрабатывают по ГОСТ 10060, а также определяют коэффициент

морозостойкости (отношение прочности бетона до установки на испытания к прочности бетона после испытания на морозостойкость). Количественная оценка эффективности добавки по ГОСТ 24211.

6.11. Результаты испытаний заносят в журнал, где должны быть предусмотрены следующие графы:

- дата изготовления замеса;
- маркировка образцов;
- наименование добавки и ее дозировка;
- подвижность конуса бетонной смеси;
- объем вовлеченного воздуха;
- условия твердения бетона;
- дата испытания бетонных образцов и их возраст;
- количество циклов испытаний бетона;
- прочность бетона до и после испытаний на морозостойкость;
- коэффициент морозостойкости бетона;
- увеличение марки бетона по морозостойкости.

#### **ГЛАВА 7. ОСОБЕННОСТИ ИСПЫТАНИЯ ДОБАВКИ ДЛЯ ИЗМЕНЕНИЯ ВОЗДУХОВОВЛЕЧЕНИЯ**

7.1. Выполнить все требования главы 2 и ГОСТ 30459 (глава 5.5.).

7.2. Провести испытания согласно ГОСТ 30459 (глава 5.5.).

7.3. Результаты испытаний бетонной смеси с добавкой и требуемые для Ваших условий показатели воздухоовлечения сообщить по факсимильной связи предприятию – изготовителю.

7.4. Предприятие – изготовитель при необходимости корректирует состав добавки с целью достижения требуемых показателей воздухоовлечения и отправляет заказчику новую партию добавки 2кг для проведения повторных лабораторных опытов.

7.5. Учитывая воздухоовлекающее действие добавки, водоцементное отношение в корректируемых составах тяжелого бетона следует понижать из расчета 2 – 5 % на каждый процент вовлеченного воздуха.

#### **ГЛАВА 8. ПРИМЕНЕНИЕ БЕТОНОВ С ПРОТИВОМОРОЗНЫМИ ДОБАВКАМИ В КОМПЛЕКСЕ С ДОБАВКОЙ ФОРТ «УП-2»**

8.1. Введение противоморозных комплексных добавок в бетонные смеси позволяет:

- обеспечить набор требуемой прочности при отрицательных температурах;
- снизить расход основного противоморозного компонента добавки в 1,5-2 раза;
- повысить морозостойкость бетона на 1,5-2 марки и водонепроницаемость на 1-1,5 марки;
- снизить расход цемента.

8.2. Бетон с противоморозными добавками и добавкой ФОРТ «УП-2» допускается применять при создании таких условий выдерживания, чтобы к моменту его охлаждения до расчетной температуры, принятой при назначении количества противоморозного компонента, он приобретал прочность не менее критической, согласно проекта и СНиП после лабораторных испытаний.

8.3. Добавки необходимо выбирать с учетом технико-экономических показателей бетона в зависимости от технологии производства и влияния добавок на свойства бетонной смеси и бетона, «Руководства по применению бетона с комплексными противоморозными добавками (М., НИИЖБ, 1986г.).

8.4. При выборе противоморозной добавки необходимо руководствоваться таблицей 8.1.

В таблице приведены значения прочности бетона с максимально допустимым для данной температуры содержанием противоморозного компонента.

Бетон должен приобретать проектную прочность при выдерживании его после оттаивания в течение 28 суток в нормальных условиях.

**Таблица 8.1.**

Наименование добавок	Расчетная Температур а Твердения Бетона, °С	Прочность бетона в процентах от проектной при твердении на морозе за период времени в сутках			
		7	14	28	90
НН+УП	-5	50	60	90	100
	-10	30	40	60	60
	-15	20	30	40	50
П+УП	-5	55	75	95	105
	-10	20	65	70	90
	-15	15	60	60	70
	-25	20	30	50	60
ФТП+УП	-5	35	50	70	90
	-10	20	30	55	70
	-15	10-	25	30	55
ХК+УП	-5	35	65	80	100
	-10	25	35	45	70
	-15	15	25	40	60
	-20	10	20	30	50

9.5. Количество противоморозного компонента в составе комплексных добавок в зависимости от расчетной температуры твердения и водоцементного отношения бетона следует назначать по таблице 8.2.

Возможно изменение количества противоморозной добавки против указанного в таблице на 0,5-1,5 % на основании экспериментальных данных строительных лабораторий.

Таблица 8.2.

Водоцементное отношение бетона	Количество безводных добавок в процентах от массы цемента при расчетной температуре твердения бетона в градусах С												
	НН			ФТП			П				ХК		
	-5	-10	-15	-5	-10	-15	-5	-10	-15	-25	-5	-10	-15
0,30	1,0	2,5	4,5	1,5	3,0	5,0	2,0	4,0	5,0	6,5	1,0	2,0	4,0
0,35	1,0	3,0	5,0	1,5	3,5	5,5	2,5	4,5	5,5	7,5	1,0	2,5	4,5
0,40	1,5	3,5	5,5	2,0	4,0	6,0	3,0	5,0	6,5	8,5	1,5	3,0	5,0
0,45	2,0	4,0	6,0	2,5	4,5	6,5	3,5	5,5	7,0	9,5	1,5	3,5	5,5
0,50	2,5	4,5	6,5	3,0	5,0	7,0	4,0	6,5	8,0	10,5	2,0	4,0	6,0
0,55	3,0	5,0	7,0	3,5	5,5	7,5	4,5	7,0	9,0	11,0	2,5	4,5	6,5
0,60	3,5	5,5	7,5	4,0	6,0	8,0	5,0	7,5	10,0	12,5	3,0	5,0	7,0

8.6. Сокращения: НН - нитрит натрия, П - поташ, ХК - хлористый кальций,  
ФТП - фильтрат технического пентаэритрита,

**8.7. ВНИМАНИЕ! НИТРИТ НАТРИЯ РАСТВОРЯТЬ И ВВОДИТЬ В ВОДУ ЗАТВОРЕНИЯ ОТДЕЛЬНО ОТ РАСТВОРА ФОРТ «УП-2»!**

### ГЛАВА 9. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ КОМПЛЕКСНОЙ МОДЕРНИЗИРОВАННОЙ ДОБАВКИ ФОРТ «УП-2(ПБ)» ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПЕНОБЕТОНОВ

9.1. Для ускорения процессов гидратации цемента при производстве пенобетона, необходимо использовать добавку ФОРТ «УП-2 (ПеноБетон)». Помимо увеличения кинетики набора прочности, добавка ФОРТ «УП-2(ПБ)» также существенно снижает усадку пенобетона, вследствие чего не появляются усадочные трещины и повышается отпускная прочность изделий. При изготовлении пенобетонной смеси с добавкой ФОРТ «УП-2(ПБ)», используя водоредуцирующие свойства добавки, необходимо снижать водоцементное отношение, (уменьшение воды на 10-15%) при этом пластичность смеси не изменяется, а достигается схватывание пенобетонной смеси и ярко выраженный эффект ускорения набора прочности.

9.2. Добавка ФОРТ «УП-2(ПБ)» прошла испытания на ряде предприятий по производству пенобетонных в качестве ускорителя и пластификатора и работает со следующими пенообразователями: «ПБ-ЛЮКС», «ПБ-2000», «Пеностром», «ПБ-ЭСТ», «Ариком-4», «Пионер», «ПО-ПБ1». Дозировка, в зависимости от марки цемента, подбирается индивидуально - минимальная - 0,5% максимальная - 1% от массы цемента. В случае недостаточного эффекта ускорения при испытаниях добавки, рекомендуемая дозировка 1 %.

9.3. Особое место добавка ФОРТ «УП-2(ПБ)» может занять в технологии производства пенобетона по методу сухой минерализации. Суть этого метода заключается в том, что предварительно приготовленная низкократная пена (т.н. "мокрая пена" с  $\beta < 15$ ) смешивается не с цементно-песчаным раствором, а с сухой цементно-песчаной смесью. Добавление к сухой цементно-песчаной смеси ФОРТ «УП-2(ПБ)» позволяет получить новый качественный эффект.

Так как добавка не гигроскопична, становится возможным ее равномерное и простое введение. Кроме того, один из компонентов в составе ФОРТ «УП-2(ПБ)», контактируя с низкократной пеной стабилизирует и бронирует её. При этом добавка ФОРТ «УП-2(ПБ)» дает еще и дополнительный нагрев смеси. Вследствие химического воздействия компонентов добавки, вовлекающих в реакции большую массу цементного вещества, цемент выделяет добавочное количество тепла в начальные сроки гидратации и твердения. Установлено, что для большинства портландцементов с 30 – 45%  $C_3S$  (трехкальциевого силиката) от веса минералов цемента, при добавлении 0,5 % УП-2(ПБ), тепловыделение 1 килограмма цемента за первые сутки увеличивается на 3 – 6 ккал, т.е. примерно на 8 % больше, чем в обычных условиях. Под воздействием добавки быстрее протекает гидратация цемента, и следовательно, интенсивнее выделяется тепло в начальные сроки твердения. Все перечисленные выше экзотермические реакции в своей совокупности и определяют явление, которое приводит к дополнительному саморазогреву пенобетона.

#### 9.4. При применении добавки ФОРТ «УП-2(ПБ)» происходит:

- ускорение набора прочности повышение растворимости гидратных новообразований цемента; ускоренное растворение и последующее прессышение жидкой фазы, что приводит к увеличению концентрации новообразований в цементном камне и к повышению прочности бетона;
- снижение водоцементного отношения (на 10-15%) без изменения пластифицирующих свойств пенобетонной смеси и последующее ускорение твердения, повышение конечной прочности и морозостойкости изделий;
- уменьшение абсолютного количества цемента участвующего в процессе. (Дополнить процессы может замена низкомарочных цементов высокомарочными и использование наполнителей склонных к гидравлическому твердению и обладающих вяжущими свойствами: тонкомолотые доменные шлаки, зола-унос и другие (исключение из состава наполнителей ультрамелкой составляющей "оттягивающей" на себя часть цемента, без пользы для конечного результата и оптимизация granulometрии наполнителей).

9.5. Использование добавки ФОРТ «УП-2(ПБ)» снижает сроки нахождения пенобетона в форме и тем самым сокращается суммарный период значительной усадки. А усадка пенобетона и как следствие этого, нежелательного явления - повышенная склонность к трещинам пенобетонных происходит по двум причинам - при неоптимальном водоцементном отношении, когда вода на стадии твердения испаряется и пенобетон как бы "сжимается" и возникают большие внутренние напряжения, которые со временем могут проявляться в форме трещин. И контракционная усадка, когда в результате химического взаимодействия цемента с водой, результирующий объем новообразований несколько меньше (примерно на 3%) объема взаимодействующих компонентов. Применение добавки ФОРТ «УП-2(ПБ)» позволяет нейтрализовать отрицательные эффекты в обоих случаях.

9.6. **Пример: подбора состава пенобетона на 1 м<sup>3</sup> Плотность 800 при t<sup>0</sup> +10<sup>0</sup> С и выше:**  
**(Оскол-Цемент ПЦ М500 ДО и Пенообразователь «ПБ-Формула 2012»**

цемент марки 500 ДО	- 342 кг.
песок	- 450 кг.
вода	- 160 л. (количество уменьшено от эталона на 10%)
пенообразователь	- 1,0 кг. (0,3 % от массы цемента)
добавка ФОРТ «УП-2(ПБ)»	- 2,4 кг. (0,7 % от массы цемента)

**Внимание: Перед пропариванием (ТВО) необходимо предварительное выстаивание пенобетона в опалубке не менее 1 – 1,5 часов и уменьшение температуры изотермии, чтобы во время пропаривания исключить вспучивание пенобетона и образование трещин!**

## **ГЛАВА 10. УСЛОВИЯ ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВКИ ДОБАВКИ**

- 10.1. Добавка комплексная для бетонов ФОРТ «УП-2» должна соответствовать ТУ 5870-001- 13453677-2004, добавка ФОРТ «УП-4» ТУ 5745-002-13463677-2004.
- 10.2. Добавку следует транспортировать в крытых вагонах, контейнерах или закрытых машинах. Вагоны, контейнера и автомашины должны быть сухими, чистыми.
- 10.3. Хранить добавку нужно в условиях, исключающих ее увлажнение, в закрытых проветриваемых помещениях ярусами в 4-5 рядов.
- 10.4. Гарантийный срок годности - 1 год со дня изготовления. Срок хранения – 1 год.

## **ГЛАВА 11. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНА ТРУДА**

- 11.1. Добавка по степени воздействия на организм человека относится к 4-му классу опасности по ГОСТ 12.1.007 (малоопасное вещество).
- Предельно допустимая концентрация добавки в воздухе рабочей зоны ПДК – 10,0 мг/м<sup>3</sup>.
- 11.2. Добавка не взрывоопасна.
- 11.3. Средства пожаротушения: огнетушители пенные и углекислотные.
- 11.4. Индивидуальные средства защиты: спецодежда из водоотталкивающей ткани, защитные очки, резиновые сапоги и перчатки.
- 11.5. При поступлении в организм через органы дыхания при нормальных условиях и наличия вентиляции добавка не представляет реальной опасности острого ингаляционного воздействия.
- 11.6. Все оборудование должно быть герметизировано и изготовлено в искробезопасном исполнении. Средством защиты от статэлектричества является заземление оборудования, трубопроводов, сливно-наливных устройств.
- 11.7. Запрещается принимать пищу в помещениях, где хранится добавка или хранятся растворы рабочей концентрации. Необходимо остерегаться попадания добавки в пищу, на кожу и в глаза, поскольку добавка оказывает раздражающее действие. При попадании добавки на кожу или в глаза - промыть водой.
- 11.8. Рабочие, имеющие контакт с добавкой подлежат предварительному при поступлении на работу и периодическим медосмотрам.
- 11.9. В помещении приготовления рабочих растворов необходимо предусмотреть приточно-вытяжную вентиляцию. Вентиляция помещений должна соответствовать требованиям СНиП 2.04.05.
- 11.10. Перед допуском к работе рабочие должны пройти инструктаж по ТБ при работе с добавками

## **ГЛАВА 12. ОШИБКИ ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ ВНЕДРЕНИИ ДОБАВКИ**

- 12.1. Причинами отсутствия эффекта ускорения твердения бетона или набора прочности изделием менее, указанных в инструкции являются:
- 1) Неполное растворение добавки в воде (что возможно при применении по методу сухой минерализации);
  - 2) Несоблюдение дозировки добавки по отношению к массе цемента в изделии (меньше 0,5 или свыше 1%);
  - 3) Применение цементов 3-ей группы или с истекшим сроком хранения;
  - 4) Неснижение количества воды на 10-15 % по сравнению с нормой при использовании добавки в качестве ускорителя.

## **ДОПОЛНЕНИЕ**

С учётом практики применения добавок **ФОРТ «УП-2»** и **«УП-4»** и пожеланий их потребителей на предприятии разработаны комплексные добавки **ФОРТ «УП-2М»** и **«УП-4М»**. Названные добавки отличаются от известных тем, что в их состав дополнительно введён суперпластификатор. Это позволило добиться следующих эффектов:

1. Повысить пластификацию бетонной смеси до 20 см и более;
2. Снизить эффект замедления твердения бетона;
3. Уменьшить воздухоовлечение;
4. Повысить эффект набора ранней и конечной прочности на 10-15%;
5. Увеличить морозостойкость изделия до F300 – 400 и водонепроницаемость на 1 марку.

В добавке **ФОРТ «УП-2С»** ранее применявшийся пластификатор полностью заменён суперпластификатором. Это позволило полностью убрать дополнительное воздухоовлечение, снизить до минимума эффект замедления набора прочности, одновременно увеличив показатели набора (промежуточной и конечной) прочности, морозостойкость и водонепроницаемость.