

УДК 691.327.333:666.9.015.7

**К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ ПРОЧНОСТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИЗДЕЛИЙ
ИЗ ПЕНОБЕТОНА НЕАВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ**

*канд. техн. наук, доц. В.В. БОЗЫЛЕВ, А.А. ДРАГЕЛЬ
(Полоцкий государственный университет)*

Рассмотрены преимущества и недостатки неавтоклавного ячеистого бетона по сравнению с автоклавным. Проанализированы существующие методы производства стеновых блоков из пенобетона неавтоклавного твердения. Рассмотрены преимущества и недостатки каждого из них. Отмечено что литьевая технология требует соблюдения определенного режима при твердении пенобетона и ухода за ним. Кроме того, изделия, полученные по литьевой технологии, имеют более высокую степень трещинообразования и усадку, а также более низкую прочность. Изучены основные способы повышения прочности неавтоклавного пенобетона от момента изготовления смеси до твердения пенобетона и ухода за ним. Наиболее распространенным способом повышения прочностных показателей пенобетона является использование добавок, повышающих прочность, и добавок, обеспечивающих дисперсное армирование. Приведены основные добавки-ускорители твердения и пластификаторы. Рассмотрены характеристики наиболее распространенных дисперсно-армирующих добавок.

Введение. В настоящее время в Республике Беларусь основным стеновым материалом является ячеистый бетон автоклавного твердения, который обеспечивает более высокие физико-механические свойства по сравнению с технологией получения пенобетона. При этом необходимо отметить, что для получения качественных изделий из ячеистых бетонов автоклавного твердения необходимо использовать сложное оборудование и следовать высоким требованиям как к сырью, так и к технологии на каждом этапе производства газосиликатных блоков – от подбора составов смеси до автоклавной обработки. Технология производства изделий из пенобетона не требует громоздкого оборудования и позволяет получать монолитный пенобетон даже в условиях строительной площадки. К преимуществам пенобетона следует также отнести высокие экономические показатели – себестоимость пенобетона на 30 – 40 % ниже автоклавного газобетона.

Недостатком пенобетона является низкая прочность. Так, к конструкционно-теплоизоляционному неавтоклавному бетону согласно [1] относятся бетоны с маркой по средней плотности D600 и выше. При данной плотности невозможно получить требуемое сопротивление теплопроводности при оптимальной толщине стены без применения более эффективного утеплителя.

Способы решения данной задачи различны, начиная от технологии изготовления пенобетона и заканчивая введением различных добавок, в том числе и дисперсно-армирующих.

Основная часть. Качество пенобетона в большей мере зависит не только от вида и расхода исходных компонентов, но и от способа его получения. В настоящее время существует большой выбор решений в технологии производства пенобетона, в том числе:

- традиционная технология, основанная на перемешивании исходного раствора с пеной заданной кратности;
- баротехнология, связанная с приготовлением пеномассы под давлением;
- технология, предусматривающая воздухововлечение при турбулентно-кавитационном способе перемешивания компонентов;
- технология, основанная на способе сухой минерализации пены.

Совмещение технологических операций перемешивания, транспортирования и формирования пор существенно влияет на свойства конечного продукта и позволяет получать заданную плотность и теплопроводность пенобетона. Прогрессивная технология и современное оборудование позволяют производить пенобетон плотностью от 400 до 1200 кг/м³, твердеющий при атмосферном давлении. В процессе формовки для ускорения твердения пенобетонов иногда применяют пропарку при атмосферном давлении, электропрогрев, быстротвердеющие цементы или химические добавки-ускорители.

Пену готовят из водных растворов специальных пенообразователей с добавками ПАВ в лопастных пенновзбивателях или центробежных насосах. Применяют клееканифольный, смолосапоиновый, алюмосульфонафтенный и синтетические пенообразователи. Стабилизаторами пены служат добавки раствора животного клея, жидкого стекла или сернокислого железа; минерализаторами же являются цемент и известь.

В результате выполнения основных технологических операций приготовления пенобетона, вышеописанных в общем виде, в бетонной смеси происходят качественные изменения – его молекулярная структура приобретает свойства системы сферических ячеек диаметром от 0,1 до 2 мм в неограниченной

матрице (например, в цементно-песчаной). Окончательно структура готового изделия создается после его формования и твердения [2].

Пористая структура полностью формируется в очень короткий промежуток времени в условиях механического перемешивания под избыточным давлением. Поэтому температура окружающей среды, точность дозировки компонентов, в том числе строгое выдерживание водотвердого отношения, постоянство свойств вяжущего и кремнеземистых заполнителей не оказывают в этом случае такого большого влияния на свойства материала, как для газобетонов. Основным показателем ячеистого бетона – средняя плотность – легко корректируется непосредственно в ходе технологического процесса. Это очень важно при изготовлении таких бетонов на малых предприятиях или строительных площадках [3].

Различают следующие виды обычных пенобетонов:

- теплоизоляционные (D200-D500);
- конструктивно-теплоизоляционные (D600-D800);
- конструкционные (D900-D1200) [1].

Для получения блоков из пенобетона в мировой практике применяют три способа:

1) *заливка пенобетона в кассетные металлические формы*, представленные на рисунке 1, а. Залитый пенобетон застывает в течение 10 часов, после этого форма разбирается, и из нее извлекаются готовые блоки. Одну форму можно использовать 2 раза за сутки. Соответственно, если производить 20 м³ пенобетона в день, то нужно 10 форм и 2-х сменная работа. При объемах производства до 40 м³ блоков в день технология разливки по формам экономически более целесообразна. Плюсы – сравнительно небольшие вложения и простота производства. Минусы – трудно производить большие объемы, привязанность к типоразмерам;

2) *резка пенобетонных массивов на резательных установках* (рис. 2). Сначала пенобетон заливается в формы без перегородок, где получается большой массив объемом 2 – 3 м³. Примерно через 14 часов пенобетон подается на резку, где из него автоматически выпиливаются блоки нужного размера.

Данный метод отличается высокой производительностью и высокой технологичностью. Причем при резке пенобетона можно получать блоки любых типоразмеров. Минусы – высокая стоимость и отходы в виде крошки от пиления составляют 0,5 %;

3) *разливка пенобетона в специальные формы и их последующая автоматическая распалубка* (рис. 1, б). Сначала пенобетон заливается в специальные формы с перегородками, где при застывании получаются готовые блоки. Примерно через 14 часов формы подаются в установку автоматической распалубки, где блоки выдавливаются на европоддон, а формы при этом автоматически смазываются.

Данный метод прост и производителен. Большой недостаток – привязанность к одному типоразмеру выпускаемых блоков; установку автоматической распалубки невозможно перенастроить на производство блоков других типоразмеров [4].



Рис. 1. Оснастка для производства блоков из пенобетона в формах:

- а – кассетная металлическая форма для пенобетона;
б – специальные формы с последующей автоматической распалубкой

При заливке массивов пенобетона прочность несколько снижается, за счет повышенного трещинообразования. Трещинообразование вызвано тем, что испарение воды с поверхности массива и из глубины происходит неравномерно, вследствие чего возникают усадочные деформации. Таким образом, литому пористому бетону, как и любому другому, связанному цементом, необходимо создать температурно-влажностный режим. Это служит, с одной стороны, для поддержания процесса гидратации цемента,

набора прочности, с другой стороны, препятствует образованию трещин в бетоне. С этой целью рекомендуется сразу же после укладки смеси накрывать бетонную поверхность полиэтиленовой пленкой.



Рис. 2. Установка для резки пенобетонных массивов

Для повышения прочности пенобетона также используют различные добавки-пластификаторы и ускорители твердения. Рассмотрим *характеристики* наиболее распространенных из них:

- *суперпластификатор С-3*, в основном, состоит из нитриевых солей продукта конденсации нафталинсульфокислоты и формальдегида;

- производится в жидкой и сухой форме, в виде водорастворимого порошка светло-коричневого цвета или водного раствора темно-коричневого цвета, имеющего концентрацию не менее 32 %. При хранении не выделяет вредных газов или паров;

- в сухом виде не изменяет своих свойств в интервале температур от +85 °С до –40 ° с последующим полным оттаиванием. Водный раствор суперпластификатора С-3 сохраняет свои свойства при нагревании до 40 – 45 °С. При нагревании раствора выше указанной температуры компоненты добавки подвергаются частичной деструкции, что снижает пластифицирующий эффект. По этой же причине не рекомендуется предварительный разогрев бетонных смесей с химической добавкой С-3;

- легко смешивается с другими добавками (гидрофобизаторами, ускоряющими, замедляющими, воздухововлекающими), не вступая в химическую реакцию с ними и сохраняя свои свойства;

- в процессе эксплуатации железобетонных изделий не оказывает вредного влияния на организм человека. Добавка разрешена для применения в конструкциях, контактирующих с питьевой водой.

Применение суперпластификатора С-3 позволяет:

- увеличить подвижность бетонной смеси от П1 до П5;
- снизить водопотребность при затворении вяжущего вещества на 20 – 28 %;
- увеличить конечные прочностные характеристики до 50 %;
- регулировать сроки схватывания, изменяя количество вводимой добавки С-3;
- в 1,5 – 1,6 раз увеличить сцепление бетона с закладной арматурой и металлоизделиями с одновременным ингибированием поверхности металла;
- получить «литые» бетоны с повышенной влагонепроницаемостью, трещиностойкостью, морозостойкостью (350 циклов);
- снизить расход цемента (на 20 %).

Суперпластификатор С-3 выступает как замедлитель срока схватывания. При этом дальнейший набор прочности в бетоне происходит быстрее.

Применение С-3 позволяет снизить энергетические затраты (при вибрации, тепловлажностной обработке бетона) на 30 – 50 %, а в ряде случаев и полностью отказаться от дополнительных энергозатрат.

Дозировки: суперпластификатор С-3 добавляется в бетонные растворы в количестве 0,3 – 0,7 % сухого вещества по отношению к массе цемента.

Ускорители твердения могут быть порошковые и жидкие, к примеру, *Простон-Д18* – порошковый ускоритель твердения для работы с бетонами при пониженных и повышенных температурах, его *характеристики*:

- безвреден для человека;
- не горюч, не токсичен, не взрывоопасен;

- Простон-Д18 представляет собой порошок серого цвета. Рекомендуется для использования при температурах ниже +10 °С и выше +25 °С; добавляется в раствор на стадии замеса; позволяет сократить цикл бетонных работ (при заливке в формы или опалубку) в 1,5 – 2 раза.

Применение:

- при производстве пенобетона для ускоренного схватывания и более полной реакции за короткий срок, что позволяет значительно уменьшить усадку;

- при производстве любых бетонов (пенобетонов) при низких (менее +10 °С) температурах. Особенно незаменим, когда после дневной заливки бетона (пенобетона) температура в ночное время может опускаться ниже нуля. Позволяет выдерживать временное понижение температуры до –10 °С без потери качества бетона (пенобетона);

- при производстве любых бетонов (пенобетонов) при высоких (более +25 °С) температурах. Позволяет прореагировать цементу до испарения воды из раствора, что понижает вероятность растрескивания;

- улучшает обрабатываемость бетона и снижает водоотделение;

- обеспечивает более высокую скорость твердения, возможность работать при более низких температурах (до –3 °С).

Нормы расхода (в процентах от массы цемента в растворе) приведены в таблице 1.

Таблица 1

Нормы расхода Простон-Д18

Тип бетона	Диапазон температур, °С			
	от +10 до +5	от +5 до 0	от +2 до –3	от +25 до +35
Ячеистые бетоны	0,4	0,8	1	0,5
Легкие бетоны	0,5	1	1,2	0,5
Тяжелый бетон	1	1,5	2	0,5

Асилин-12 – жидкий ускоритель твердения для работы с бетонами при пониженных и повышенных температурах.

Характеристики:

- Асилин-12 представляет собой пастообразную жидкость темного цвета;

- безвреден для человека;

- не горюч, не токсичен, не взрывоопасен;

- за счет того, что ускоритель находится в жидком состоянии, реакция с бетоном проходит более полно, чем в случае с порошкообразными растворителями, и это улучшает результат примерно на 30 %;

- рекомендуется для использования при температурах ниже +10 °С и выше +25 °С;

- добавляется в раствор на стадии замеса;

- позволяет сократить цикл бетонных работ (при заливке в формы или опалубку) в 1,5 – 2 раза.

Применение:

- при производстве пенобетона для ускоренного схватывания и более полной реакции за короткий срок, что позволяет значительно уменьшить усадку;

- при производстве любых бетонов (пенобетонов) при низких (менее +10 °С) температурах. Особенно незаменим, когда после дневной заливки бетона (пенобетона) температура в ночное время может опускаться ниже нуля. Позволяет выдерживать временное понижение температуры до –10 °С без потери качества бетона (пенобетона)

- при производстве любых бетонов (пенобетонов) при высоких (более + 25 °С) температурах. Позволяет прореагировать цементу до испарения воды из раствора, что понижает вероятность растрескивания;

- улучшает обрабатываемость бетона и снижает водоотделение;

- обеспечивает более высокую скорость твердения, возможность работать при более низких температурах (до –3 °С) [5].

Нормы расхода (в процентах от массы цемента в растворе) приведены в таблице 2.

Таблица 2

Нормы расхода Асилин-12

Тип бетона	Диапазон температур			
	от +10 до +5	от +10 до +5	от +10 до +5	от +10 до +5
Ячеистые бетоны	0,4	0,4	0,4	0,4
Легкие бетоны	0,5	0,5	0,5	0,5
Тяжелый бетон	1	1	1	1

Таким образом, использование добавок-пластификаторов позволяет снизить количество воды затворения, а следовательно и усадочные деформации в пенобетоне. Ускорители твердения также позволяют цементному камню набрать требуемую прочность до потери устойчивости пены.

Наиболее эффективным решением проблемы низкой прочности пенобетона является использование дисперсно-армирующих добавок. Как показывает патентный анализ [6] – номенклатура искусственных волокон весьма обширна – от чрезвычайно дефицитных (из карбида или нитрида кремния, бора, углерода, сапфира, вольфрама) до сравнительно доступных для применения в массовом строительстве (стальных, стеклянных, базальтовых, полимерных). В качестве армирующих элементов для бетонов могут использоваться и природные волокна: древесные (целлюлозные), сизалевые, бамбуковые, тростниковые, джутовые и др. Однако в конструкционном отношении они уступают искусственным волокнам.

Рассмотрены волокна, получившие наибольшее распространение в качестве армирующих материалов для пенобетонов.

Фибра базальтовая. Представляет собой базальтовые волокна, добавляемые в бетон, пенобетон, полистиролбетон, раствор, штукатурный состав и т.д. Повышает сопротивление механическим воздействиям, в отличие от металлической сетки, армирует раствор по всем направлениям, обладает высокой адгезией к раствору и образует однородную массу. Фибра базальтовая является эффективной армирующей добавкой для пенобетона, полистиролбетона и просто бетона. Используется во всех типах цементных растворов, когда необходимо предотвратить образование деформационных трещин, возникающих вследствие механического воздействия или усадки (например, при заливке полов, стяжке или при заливке в опалубку). Применение фибры базальтовой позволяет избежать трудоемких операций по армированию [7].

Свойства базальтовой фибры:

- предотвращает появление усадочных трещин;
- повышает устойчивость к истиранию;
- исключает появление пластических деформаций, трещин, отслаивание поверхности;
- увеличивает морозостойкость;
- высокая прочность и долговечность;
- высокая термостойкость, абсолютная негорючесть;
- стойкость к агрессивным средам;
- экологическая чистота.

Необходимо отметить, что полипропиленовая и стеклянная фибры по своим характеристикам существенно уступают базальтовой. К их основным недостаткам относятся:

- деформируемость даже при небольших нагрузках растяжения;
- быстрое старение, т.е. утрата свойств с течением времени;
- подверженность горению при воздействии открытого пламени;
- различное относительное удлинение полимерной, стеклянной, металлической фибры и цементного камня;
- высокая стоимость.

Все перечисленные недостатки полностью отсутствуют у базальтовой фибры.

Небольшая добавка данного волокна значительно увеличивает сопротивление цементного камня изгибающим нагрузкам. При этом повышается долговечность материала, снижается усадочная деформация, значительно возрастает трещиностойкость, ударная вязкость. Все это раскрывает перед дисперсно-армированными материалами новые области применения, а также позволяет значительно уменьшить общий вес строительных конструкций за счет уменьшения сечения при неизменных прочностных показателях.

При производстве пенобетона, полистиролбетона, стеновых камней и др. при заданной прочности изделия возможно существенное снижение расхода вяжущих (цемента, гипса и др.) с одновременным снижением плотности изделия.

Применение фибры базальтовой в пенобетоне, полистиролбетоне позволяет:

- увеличить ударную прочность углов и граней, что позволяет повысить транспортабельность и обеспечить целостность блоков при монтаже;
- возможность получения изделий с высокой геометрической точностью, что позволяет производить монтаж на клею, сокращая поперечное сечение «мостиков холода», и экономить кладочно-монтажные смеси;
- введение волокна способствует сокращению времени первичного твердения. Достижимая структурная прочность позволяет раннее извлечение из кассетных форм;
- в момент распалубки форм ребра не скалываются, не происходит разрушение блока, т.е. качество изделия повышается и исключается появление брака;

Фибра базальтовая обеспечивает снижение образования пластических (усадочных) трещин на трех стадиях:

1) фибра базальтовая повышает способность бетона к пластической деформации без разрушения в критический период (2 – 6 часов после укладки). Тем самым уменьшается размер и количество микро-трещин, что способствует большей прочности бетона. В этом отношении фибра базальтовая благодаря большой общей площади поверхности более эффективна для контроля дегидратации бетона, чем стальная сетка;

2) на более позднем этапе, когда бетон затвердел и начинает давать усадку, фибра базальтовая соединяет края трещин и таким образом снижает риск разлома;

3) фибра базальтовая обеспечивает равномерную дегидратацию, тем самым снижает внутренние напряжения бетона. Впоследствии благодаря лучшему контролю за выступанием воды на поверхности снижается образование трещин при пластическом оседании.

Фибра полипропиленовая (фиброволокно) – это специальные волокна для повышения прочности и трещиностойкости бетона, раствора, штукатурных составов, пенобетона, газобетона. Фибра проста в использовании, она заранее фасуется в пакеты в количестве, необходимом для добавки в 1 м³ готовой смеси (обычно по 600 г). При готовности смеси (бетона, раствора, штукатурки, пенобетона) в неё высыпается нужное количество пакетов и около 1 – 2 минут перемешивается. После этого смесь используется обычным образом.

Характеристики фибры полипропиленовой:

- фибра представляет собой полипропиленовые волокна, добавляемые в бетон, пенобетон, раствор, штукатурный состав и т.д. При перемешивании равномерно распределяется по всему объему смеси и армирует ее;

- фиброволокно является эффективной армирующей добавкой для пенобетона и просто бетона.

- используется во всех типах цементных растворов, когда необходимо предотвратить образование деформационных трещин, возникающих вследствие механического воздействия или усадки (например, при заливке полов, стяжке или при заливке в опалубку). Применение фиброволокна позволяет избежать трудоемких операций по армированию.

Особенности: повышает сопротивление механическим воздействиям; в отличие от металлической сетки, армирует раствор по всем направлениям; образует однородную массу. Добавляется в раствор на стадии замешивания или в готовый раствор.

Применение:

Фибра полипропиленовая разработана как альтернатива обычной металлической фибре. Основное её назначение – повышение сопротивления усадочному трещинообразованию материалов на цементной основе. Фибра добавляется в процессе приготовления растворной или бетонной смеси. Она легко и равномерно распределяется по всему объему, создавая пространственное армирование, препятствующее образованию и развитию усадочных трещин. Также повышается прочность конечных изделий на изгиб, ударная прочность.

Фибра применяется при производстве:

- пенобетона и других ячеистых бетонов (незаменима при заливке пенобетона в опалубку, полов, крыш, дымоходов и т.п.);

- бетонных сооружений, декоративного бетона;

- строительных смесей, штукатурок, растворов;

При добавлении фиброволокна в бетон наблюдаются положительные факторы:

- предотвращается появление усадочных трещин;

- повышается устойчивость к истиранию;

- исключается появление пластических деформаций, трещин, отслаивание поверхности;

- увеличивается морозостойкость.

В Полоцком университете разработана **дисперсно-армирующая добавка «Cell-in»**, которая создана не на основе полимерной фибры, а с использованием природных волокон. Фибра «Cell-in» позволяет увеличить прочность пенобетона как за счет армирующего эффекта, так и за счет высокого сцепления цементного камня с поверхностью природных волокон.

Данные исследований показателей средней прочности ячеистых бетонов с дисперсным армированием при марке образцов по средней плотности D400 приведены в таблице 3.

Таблица 3

Значения средней прочности по образцам из пенобетона D400

Наименование показателей	Процент армирования, %			
	0	0,5	1	2
σ, МПа	0,59	0,72	0,54	0,41

Формование образцов и исследование их физико-механических характеристик проводилось с использованием сырьевой смеси, содержащей 2000 грамм цемента, 1040 миллилитров воды, 150 миллилитров водного раствора пенообразователя ПБ-2000 рабочей концентрации 3 %. Количество вводимой в смесь дисперсно-армирующей добавки «Cell-in» (в сухом состоянии) составило 0,5, 1, 2 % от массы вяжущего.

Прочность образцов возрастает по мере увеличения количества вводимой дисперсно-армирующей добавки до определенного предела (в данном опыте до 0,5 % от массы вяжущего). При количестве добавки до 0,5 % от массы вяжущего прочность образцов возросла на 18 %. Дальнейшее увеличение количества дисперсно-армирующей добавки приводит к снижению прочности (при количестве 2 % от массы вяжущего – на 31 %).

Заключение. Снижение теплопроводности за счет уменьшения плотности при сохранении заданной прочности является приоритетной задачей в современном производстве пенобетона. Для решения данной задачи необходимо создание оптимального технологического режима, а также комплексное использование добавок, в том числе и дисперсно-армирующих.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бетоны ячеистые. Технические условия: ГОСТ 25485-89. – Введ. 01.01.1990. – М.: Науч.-исслед., проектно-конструкторский и технолог. ин-т бетона и железобетона (НИИЖБ) Госстроя СССР, 1990. – 13 с.
2. Махамбетова, У.К. Современные пенобетоны / У.К. Махамбетова, Т.К. Солтанбеков, З.А. Естемесов. – СПб.: ГУПС, 1999. – 161 с.
3. Пенобетон. Технологии производства ячеистых бетонных смесей // Пеноблок трейд [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bibliotekar.ru/referaty-stroy-1/29.htm>. – Дата доступа: 10.09.2013.
4. Обзор технологий производства пенобетона // Строй-бетон [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ibeton.ru/intro_main.php. – Дата доступа: 12.10.2013.
5. Состав и материалы для производства пенобетона // Строй-бетон [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ibeton.ru/OtherMaterials.php>. – Дата доступа: 01.12.2013.
6. Композиция для изготовления дисперсно-армированного пенобетона: пат. МКП С 04 В 38/10 Рос. Федерации / Б.М. Румянцев, В.Т. Нгуен, Н.Т. Нгуен; заявитель Моск. гос. строит. ун-т. – № 2235082; заявл. 31.03.2003; опубл. 27.08.2004 // Открытия. Изобретения. – 2004.
7. Фибра базальтовая // Строймеханика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.penobet.ru/article12.html>. – Дата доступа: 02.12.2013.
8. Фибра полипропиленовая (полипропиленовое волокно) для добавок в бетон, пенобетон, газобетон // Строй-бетон [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ibeton.ru/fibra.php>. – Дата доступа: 02.12.2013.

Поступила 04.12.2013

TO THE QUESTION OF THE STRENGTH INDICATORS OF PRODUCTS FROM NON-AUTOCCLAVED FOAMED CONCRETE INCREASING

V. BOZYLEV, A. DRAGEL

The existing methods of non-autoclaved foamed concrete wall blocks production are analyzed. The advantages and disadvantages of each are considered. It is noted that the injection molding technology requires compliance with certain mode during the foamed concrete hardening and its further care. Moreover, products, obtained by injection molding technology have a higher degree of shrinkage and cracking, and lower strength. The main ways of the strength increasing of non-autoclaved foamed concrete, from the moment of mixture manufacturing, till foamed concrete hardening are studied. The most common way to improve the strength properties of the foam concrete is to use the strength enhancing additives, and additives that provide the dispersion reinforcement. The main curing accelerators and plasticizers are given. The characteristics of the most common dispersion-reinforcing additives are considered.