

Министерство образования и науки Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра строительных материалов

КРОВЕЛЬНЫЕ И ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ
БИТУМНЫЕ, БИТУМНО-ПОЛИМЕРНЫЕ И ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

*Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплинам
«Строительные материалы», «Материаловедение и технология материалов»
для студентов специалитета специальностей 08.05.01 Строительство уникальных зданий
и сооружений и 20.05.01 Пожарная безопасность очной формы обучения*

© НИУ МГСУ, 2015

Москва 2015

УДК 691
ББК 38.3
К83

С о с т а в и т е л и :
И.В. Баландина, М.Б. Каддо, О.Б. Ляпидевская
К.Н. Попов, И.С. Пуляев

К83 **Кровельные** и гидроизоляционные битумные, битумно-полимерные и полимерные материалы [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплинам «Строительные материалы», «Материаловедение и технология материалов» для студентов специалитета специальностей 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений и 20.05.01 Пожарная безопасность очной формы обучения / М-во образования и науки Рос. Федерации, Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т, каф. строительных материалов ; сост.: И.В. Баландина и др. — Электрон. дан. и прогр. (0,4 Мб). — Москва : НИУ МГСУ, 2015. — Учебное сетевое электронное издание — Режим доступа: http://lib.mgsu.ru/Scripts/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS — Загл. с титул. экрана.

Приведены общие сведения для выполнения лабораторных работ по кровельным и гидроизоляционным битумным, битумно-полимерным и полимерным материалам. Приведены общие сведения о теплоизоляционных материалах, строении и свойствах.

Для студентов специалитета специальностей 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений и 20.05.01 Пожарная безопасность очной формы обучения

Учебное сетевое электронное издание

© НИУ МГСУ, 2015

Отв. за выпуск — кафедра строительных материалов

Подписано к использованию 02.09.2015 г. Уч.-изд. л. 1,26. Объем данных 0,4 Мб

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Московский государственный
строительный университет» (НИУ МГСУ).
129337, Москва, Ярославское ш., 26.
Издательство МИСИ – МГСУ.
Тел. (495) 287-49-14, вн. 13-71, (499) 188-29-75, (499) 183-97-95.
E-mail: ric@mgsu.ru, rio@mgsu.ru

ОГЛАВЛЕНИЕ

Общие сведения.....	5
Виды кровельных и гидроизоляционных материалов.....	5
Рулонные материалы.....	6
Битумные материалы на картонной основе.....	8
Битумные материалы на негниющих основах.....	10
Битумно-полимерные материалы на негниющих основах.....	11
Безосновные битумно-полимерные материалы.....	12
Кровельные и гидроизоляционные мембраны.....	13
Штучные материалы.....	14
Мастичные материалы.....	15
Горячие мастики.....	17
Холодные мастики.....	18
Библиографический список.....	19

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Основной задачей, решаемой с помощью как кровельных, так и гидроизоляционных материалов, является создание *водонепроницаемого покрытия*, защищающего изолируемую конструкцию или здание в целом от воздействия влаги. Однако условия эксплуатации кровельных материалов отличаются от условий, в которых работают гидроизоляционные материалы.

Кровельные материалы подвергаются периодическому увлажнению и высушиванию, воздействию прямого солнечного излучения (особенно опасно действие ультрафиолетовых лучей), нагреву, замораживанию, снеговым и ветровым нагрузкам.

Для длительной работы в таких условиях кровельные материалы должны быть атмосферостойкими, свето-, водо- и морозостойкими и достаточно прочными. В тех же случаях, когда крыша является видимым элементом сооружения (мансардные, двухскатные и т.п. кровли), материал должен отвечать определенным архитектурно-декоративным требованиям.

Гидроизоляционные материалы, в отличие от кровельных, по стоянно работают в условиях воздействия влаги или агрессивных водных растворов (например, в подземных сооружениях); температурные условия их работы более стабильны, солнечное облучение отсутствует, но при этом возможно развитие гнилостных процессов.

Основными требованиями, предъявляемыми к гидроизоляционным материалам, являются полная водонепроницаемость, долговечность, базирующаяся на гнилостойкости и коррозионной стойкости, прочность на разрыв, а также технологичность и экономичность.

Технологичность и экономичность - общее требование ко всем кровельным и гидроизоляционным материалам.

Для изготовления кровельных и гидроизоляционных материалов и изделий используются разнообразные материалы: металлы, керамика, асбестоцемент, битумы, полимеры и др.

Ниже рассмотрены кровельные и гидроизоляционные материалы, содержащие битумные вяжущие вещества.

ВИДЫ КРОВЕЛЬНЫХ И ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Кровельные и гидроизоляционные битумосодержащие материалы выпускают в виде рулонов, мембран(плёнок), штучных изделий и мастик:

- *рулонные* - полотна шириной 1 м и длиной 7...20 м, поставляемые на стройку в рулонах;
- *мембранные (плёночные)* – большеразмерные полотна площадью до 900 м², шириной до 15 м, длиной до 60 м.
- *штучные и листовые* — листы или полосы площадью до 1 м² и до 7 м² соответственно;
- *мастичные* — вязкие жидкости, образующие водонепроницаемую пленку после нанесения на изолируемую конструкцию.

Выбор того или иного типа материала зависит от многих факторов: *конструктивных* (угол наклона крыши, материал основания и др.); *технологических* (простота устройства покрытия); *архитектурно-декоративных* (цвет и фактура поверхности кровли); *экономических* (стоимость и долговечность).

РУЛОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Рулонные материалы применяются для устройства мягких кровель зданий с уклоном от 0 до 15%.

В соответствии с ГОСТ 30547-97 рулонные кровельные материалы классифицируют по следующим признакам:

- по назначению: *кровельные*, предназначенные для устройства однослойного, верхнего и нижнего слоев многослойного кровельного ковра; *гидроизоляционные*, предназначенные для устройства гидроизоляции строительных конструкций; *пароизоляционные*, предназначенные для устройства пароизоляции строительных конструкций.

- по структуре полотна: на *основные* (одно- и многоосновные) и *безосновные*;

- по виду основы: на *картонной*, *асбестовой*, *стекловолокнистой* основе, на основе из *полимерных волокон*, на *комбинированной* основе;

- по виду вяжущего: на *битумные* (наплавляемые и ненаплавляемые), *битумно-полимерные* (наплавляемые и ненаплавляемые), *полимерные* (эластомерные вулканизованные и невулканизованные, термопластичные);

- по виду защитного слоя: с *посыпкой* (крупнозернистой, чешуйчатой, мелкозернистой, пылевидной), с *фольгой*, с *пленкой*.

Оценку качества рулонных кровельных и гидроизоляционных материалов производят в соответствии с ГОСТ 2678-94 по следующим основным показателям: *разрывной силе при растяжении*, *водопоглощению*, *гибкости на брус*, *теплостойкости*, *водонепроницаемости* и др.

- *Разрывную силу при растяжении* определяют испытанием трех образцов-полосок размерами 300x50 мм, вырезанных в продольном направлении. Образец помещают в захваты разрывной машины по установочным меткам, которые предварительно наносят на образец; расстояние между метками 200 мм. Разрывная машина для испытаний должна обеспечивать рабочую часть шкалы силоизмерителя в пределах измерений 0-1000 Н (0-100 кгс) с ценой деления не более 2 Н (0,2 кгс) и постоянную скорость перемещения подвижного захвата (100 ± 10) мм/мин.

За величину разрывной силы принимают максимальное показание шкалы силоизмерителя в момент разрыва образца.

Разрывная сила при растяжении рулонных основных битумных и битумно-полимерных материалов должна быть не менее, Н (кгс):

- 215 (22) – на картонной основе;
- 294 (30) – на стекловолокнистой основе;
- 343 (35) – на основе из полимерных волокон;
- 392 (40) – на комбинированной основе.

- *Водопоглощение* определяют выдерживанием образцов материала размерами 100x100 мм в воде в течение определенного времени. Перед испытанием посыпки и пленку с образцов счищают хлопчатобумажной тканью или щеткой.

Подготовленный образец взвешивают (m_1), а затем погружают на 60 с в сосуд с водой, после чего его извлекают из воды, вытирают хлопчатобумажной тканью или фильтровальной бумагой в течение 30-60 с и взвешивают (m_2). Затем образец снова помещают в воду таким образом, чтобы слой воды над ним был не менее 50 мм и выдерживают в течение времени, указанного в технических условиях (ТУ) на конкретный материал (как правило, в течение 24 ч). После этого образец извлекают из воды, осушают и взвешивают (m_3). Время с момента извлечения образца из воды до взвешивания не должно превышать 60 с.

Водопоглощение (W) в процентах по массе вычисляют по формуле:

$$W = \frac{m_3 - m_2}{m_1} \cdot 100,$$

где m_1 - масса сухого образца, г; m_2 - масса образца после односторонней выдержки в воде, г; m_3 - масса образца после заданной выдержки в воде, г.

Водопоглощение рулонных материалов (кроме пергамина) предусмотрено не более 2,0% по массе.

• Стойкость к низким температурам или гибкость на брус - минимальная температура, при которой образец материала не трескается при загибе его вокруг бруса, изготовленного из твердой древесины, пластмассы или другого материала низкой теплопроводности и имеющего с одной стороны закругление радиусом R (рис. 1). Радиус должен быть указан в ТУ на конкретный материал.

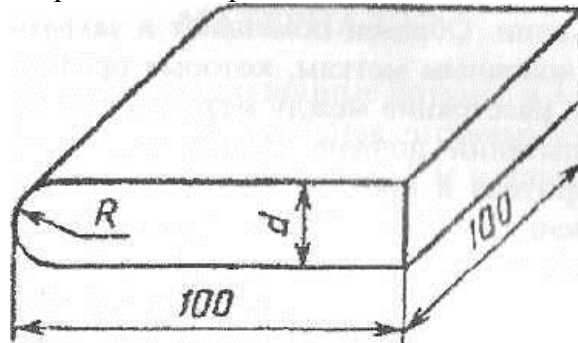


Рисунок 1 – Брус для испытания материалов на гибкость

Испытания проводят на трех образцах размерами 150x20 мм, вырезанных в продольном направлении.

Образцы и испытательный брус помещают в морозильную камеру, холодильник или охлаждающую смесь и выдерживают при заданной температуре 20 мин. По истечении заданного времени образец и испытательный брус извлекают из испытательной среды и прикладывают к ровной поверхности бруса нижней стороной таким образом, чтобы к нему прилегало около четверти длины образца. Свободный конец образца изгибают в течение 5 с вокруг закругленной части бруса до достижения другой ровной поверхности (образец принимает U-образную форму). Производят контроль внешнего вида образца. Время с момента извлечения образца из испытательной среды и до конца испытания не должно превышать 15 с.

Образец считают выдержавшим испытание, если на его лицевой стороне (для фольгоизола - на слое вяжущего) не появятся трещины (разрывы слоя вяжущего) и отслаивание вяжущего или посыпки.

Рулонные материалы должны выдерживать испытание на гибкость в условиях, приведённых в таблице 1.

Вид материала	Условия испытания рулонных материалов на гибкость	
	на брус с закруглением радиусом, мм	при температуре, °С, не выше
Битумные: на картонной основе	25±0,2	5
на волокнистой основе	25±0,2	0
Битумно-полимерные	25±0,2	-15
Полимерные: эластомерные	5±0,2	-40
термопластичные	5±0,2	-20

• *Теплостойкость* определяют испытанием трех образцов материала размерами 100x50 мм, вырезанных в продольном направлении. Сушильный шкаф нагревают до температуры, указанной в ТУ на конкретный материал. Образец подвешивают в вертикальном положении на расстоянии не менее 50 мм от стенок шкафа и выдерживают в сушильном шкафу при заданной температуре в течение времени, установленного в ТУ на данный материал. Затем образец извлекают из шкафа, охлаждают и осматривают.

Образец считают выдержавшим испытание на теплостойкость, если на его поверхности отсутствуют вздутия, следы стекания покровного состава или вяжущего и сползание посыпки.

• *Водонепроницаемость* материала оценивают отсутствием пропускания воды через образец за определенное время под определенным давлением: для кровельных материалов - не менее 0,001 МПа (10 см вод. столба); для гидроизоляционных материалов — не менее 0,2 МПа (20 м вод. столба).

Испытание проводят на трех образцах размерами 150x150 мм.

Для испытания *кровельных материалов* в центр образца устанавливают стальную трубу диаметром 100-110 мм и длиной не более 120 мм. Для создания давления 0,001 МПа (10 см вод. ст.) в трубу наливают воду высотой 100 мм, количество которой поддерживают на постоянном уровне в течение времени, установленного в ТУ на конкретный материал (как правило, в течение 72 ч).

Испытание *гидроизоляционных материалов* проводят с помощью устройства, обеспечивающего создание избыточного гидростатического давления до 0,3 МПа (30 м вод.ст.) в течение времени, указанного в ТУ на конкретный материал (как правило, в течение 2 ч).

Образец считают выдержавшим испытание, если в течение установленного времени при заданном давлении на его нижней поверхности не появится вода.

БИТУМНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА КАРТОННОЙ ОСНОВЕ

Первые рулонные материалы, среди которых *пергамин* и *рубероид*, появились еще в конце XIX в. Основой этих материалов служит кровельный картон, пропитанный и покрытый битумными вяжущими.

Кровельный картон получают из вторичного текстиля, макулатуры и древесного сырья. Он имеет рыхлую структуру и хорошо впитывает влагу и другие жидкости (в частности, расплавленный битум). При увлажнении, под действием солнечного излучения и в результате гниения картон теряет свои свойства. Пропитка битумом замедляет эти процессы. Основными качественными показателями кровельного картона являются впитываемость, время пропитки и разрывной груз. В зависимости от качественных показателей картон подразделяется на шесть марок, которые определяются его поверхностной плотностью (массой 1 м² картона в г): А-420, А-350, А-250, Б-420, Б-350, Б-250.

Рубероид (ГОСТ 10923-93) получают пропиткой кровельного картона мягким нефтяным битумом с последующим покрытием материала с обеих сторон тугоплавким битумом. Для повышения атмосферостойкости лицевая сторона рубероида покрывается «бронирующей» крупнозернистой, чешуйчатой или мелкозернистой посыпкой (песком, слюдой, сланцевой мелочью и т.п.); для предотвращения слипания поверхностей полотна на нижнюю сторону наносят мелкую пылевидную посыпку (порошок из известняка или талька).

В зависимости от вида посыпки и поверхностной плотности картона рубероид подразделяется на несколько марок, в обозначении которых первая буква «Р» указывает, что это рубероид; вторая буква «К» или «П» - на вид - кровельный или подкладочный; третья буква «К», «Ч», «М» или «П» означает вид посыпки (крупнозернистая, чешуйчатая, мелкозернистая, пылевидная (подкладочный рубероид имеет пылевидную посыпку с двух сторон)), число обозначает марку кровельного картона. Например, РПП-300, РКП-350, РКК-350, РКЧ-350, РКК-400.

Таблица 2

Физико-механические показатели рубероида

Марки рубероида	РКК-400	РКП-350	РПП-300
Разрывная нагрузка, Н, не менее	340	280	220
Водопоглощение, %, не более	2	2	2
Гибкость на брусе, мм/°С	15/+5	15/+5	15/+5
Теплостойкость, °С, не ниже	80	80	80
Водонепроницаемость при давлении 0,001 МПа в течение, ч	72	72	72

Пергамин (ГОСТ 2697-83) - беспокровный рулонный материал, получаемый пропиткой кровельного картона легкоплавким нефтяным битумом. Применяют пергамин для устройства пароизоляции строительных конструкций и реже для нижних слоев кровельного ковра. Марки пергамина П-250; П-300; П-350 («П» - пергамин; 250, 300, 350 - марка картона).

Таблица 3

Физико-механические показатели пергамина

Марки пергамина	П-250	П-300	П-350
Разрывная нагрузка, Н, не менее	220	270	270
Водопоглощение, %, не более	20	20	20
Гибкость на брусе, мм/°С	6/+18	6/+18	6/+18
Теплостойкость, °С, не ниже	80	80	80
Водонепроницаемость при давлении 0,001 МПа в течение, мин	10	10	10

К преимуществам всех рулонных материалов можно отнести то, что они вне зависимости от условий производства работ и состояния поверхности создают изоляционный слой с необходимой гарантированной толщиной.

Серьезным недостатком кровель из пергамина и рубероида является их недолговечность. Обусловлено это, с одной стороны, невысокой теплостойкостью, прочностью и биостойкостью картонной основы. С другой стороны, быстрым «старением» битума под воздействием солнечной радиации: из-за испарения масел и окисления битума это вязущее становится хрупким, интенсивно идут процессы растрескивания по поверхности полотна. Через образовавшиеся трещины вода беспрепятственно проникает до картонной основы, которая разлагается под воздействием влаги и в результате материал разрушается.

Серьезным недостатком материалов на картонной основе является их высокое водопоглощение и невозможность получения абсолютно герметичного стыка полотнищ; поэтому

такие кровли делаются многослойными (4÷5 слоев). Реальный срок безремонтной эксплуатации битумных кровель не превышает, как правило, 2-3 лет. В настоящее время в массовом многоэтажном строительстве рубероид запрещен к применению.

В связи с этим возник вопрос улучшения качества рулонных кровель путём осуществления усовершенствования рулонных кровельных материалов в следующих направлениях:

- замена картона на более прочную и долговечную основу;
- модификация битумного вяжущего;
- применение новых видов «бронирующих» посыпок.

Существенно облегчить и ускорить устройство кровельного ковра и создать возможность работы при относительно низких температурах позволил выпуск *наплавляемых рулонных материалов*. Такие материалы, в отличие от ненаплавляемых, имеют утолщённый слой из приклеивающей битумной мастики. Полотна приклеиваются к подготовленному основанию путем оплавления мастичного слоя газовой горелкой.

Примером такого материала может служить рулонный кровельный и гидроизоляционный наплавляемый материал на стекловолоконной основе *рубемаст*.

Рубемаст - наплавляемый рулонный материал на основе стеклохолста, на обе поверхности которого нанесены покровные слои, состоящие из высококачественного кровельного битума, наполнителя и пластификаторов. Кровельные и гидроизоляционные ковры из данного материала укладываются без применения мастик путем подплавления нижнего слоя материала. Рубемаст выпускается на картонной (целлюлозной) основе и на негниющей основе - из армированного стеклохолста. Марки материала – ХПП 1,5, ХПП 2,0, ХПП 2,5, ХПП 3,0, ХКП 4,0, где первая буква указывает на тип основы («Х» - стеклохолст), вторая буква – тип лицевой стороны («К» - крупнозернистая посыпка, «П» - полимерная плёнка), третья буква – тип нижней стороны («П» - полимерная плёнка), защищающая слои материала от слипания при хранении.

Таблица 4

Физико-механические показатели рубемаста

Марки рубемаста	ХПП	ХКП
Разрывная нагрузка, Н, не менее	363	363
Водопоглощение, %, не более	1,5	1,5
Гибкость на брусе, мм/°С	25/0	25/0
Теплостойкость, °С, не ниже	85	85
Водонепроницаемость при давлении 0,001 МПа в течение, ч	72	72

БИТУМНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА НЕГНИЮЩИХ ОСНОВАХ

Повышение долговечности рулонных материалов возможно путем замены непрочного и нестойкого к гниению кровельного картона на более прочные водо- и гнилостойкие основы из полимерных волокон (полиэфир), стекловолокон (стеклохолст, стеклоткань) и алюминиевой фольги. В настоящее время промышленность выпускает целый ряд битумных рулонных материалов на негниющей основе: гидростеклоизол, линокром, фольгоизол и др. Срок службы битумных покрытий на негниющих основах составляет 10÷15 лет.

Гидростеклоизол (ТУ 5774-010-051108038-99) - гидроизоляционный наплавляемый битумный материал на стекловолоконной (стеклоткань — «Т»; стеклохолст — «Х») основе, предназначенный для гидроизоляции железобетонных отделок тоннелей, пролетных строений мостов, путепроводов и подземных переходов, фундаментов и подвалов в гражданском и промышленном строительстве, а также для нижнего слоя кровельного ковра. Тип покрытия лицевой стороны или нижней стороны — полиэтиленовая пленка («П»), крупно-

зернистая посыпка («К») или суспензия («С»). Марки гидростеклоизола: ТСП, ТСС, ХПП, ТПП, ХКП, ТКП.

Таблица 5

Физико-механические показатели гидростеклоизола

Марки гидростеклоизола	ХПП/ХКП	ТПП/ТКП
Разрывная нагрузка, Н, не менее	363	500
Водопоглощение, %, не более	2,0	2,0
Гибкость на брусе, мм/°С	25/-8	25/-8
Теплостойкость, °С, не ниже	85	85
Водонепроницаемость при давлении 0,001 МПа в течение, ч	72	72

Линокром — битумный рулонный наплавляемый материал на гнилостойкой основе (стеклохолст, стеклоткань, полиэфир). Материал с крупнозернистой минеральной посыпкой предназначен для верхнего слоя кровельного ковра, с пылевидной посыпкой - для нижних слоев и гидроизоляции. Марки устанавливаются в зависимости от типа основы. Линокром ХПП и ХКП (СХ) - основа стеклохолст, линокром ТПП и ТКП (СТ) — основа стеклоткань, линокром ЭПП и ЭКП – основа полиэстер. Вторая буква в обозначении марки подразделяет линокром на подкладочный («П») и кровельный («К»).

Таблица 6

Физико-механические показатели линокрома

Марки линокрома	ТПП, ТКП	ХПП, ХКП	ЭПП, ЭКП
Разрывная нагрузка, Н, не менее	360	500	350
Водопоглощение, %, не более	1	1	1
Гибкость на брусе, мм/°С	25/-5	25/-5	25/-5
Теплостойкость, °С, не ниже	85	85	85
Водонепроницаемость при давлении 0,001 МПа в течение, ч	72	72	72

Фольгоизол (ГОСТ 20429-84) — рулонный материал на основе алюминиевой фольги (толщиной 0,08÷0,2 мм), покрытой с нижней стороны слоем резино-битумного или резино-полимерного вяжущего, состоящего из битума, резины и минерального наполнителя. Фольгоизол выпускают двух марок: кровельный - ФК и гидроизоляционный — ФГ. Кровельный применяется для устройства верхнего слоя рулонного ковра с различными уклонами и конфигурацией кровель, гидроизоляционный - для устройства защитного гидроизоляционного слоя теплоизоляции трубопроводов, герметизации стыков на кровельном покрытии. Срок службы - 20 лет.

Таблица 7

Физико-механические показатели фольгоизола

Марки фольгоизола	ФК	ФГ
Разрывная нагрузка, Н, не менее	240	240
Водопоглощение, %, не более	0,5	0,5
Гибкость на брусе, мм/°С	25/-25	25/-15
Теплостойкость, °С, не ниже	100	110
Водонепроницаемость при давлении 0,001 МПа/ 0,2 МПа в течение, ч	72	2

БИТУМНО-ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА НЕГНИЮЩИХ ОСНОВАХ

Серьезным недостатком материалов на битумном вяжущем является узкий интервал их рабочих температур: *битум* становится хрупким при охлаждении до 0÷5°C и начинает течь при 80÷90°C. Расширить интервал рабочих температур, придав битуму эластичность на морозе и подняв температуру текучести, а также повысить устойчивость к ультрафиолетовому излучению удалось путем модификации битума полимерами. Для этого используют синтетические каучуки, в частности, стирол-бутадиен-стирольный каучук (СБС), и термопласты, в основном, атактический полипропилен (АПП). Материалы этой группы являются наплавляемыми и укладываются в 2 слоя. Срок службы битумно-полимерной изоляции составляет 25÷30 лет.

Ниже представлены некоторые примеры рулонных битумно-полимерных материалов на негниющей основе.

Филизол (ТУ 5774-002-04001232-99) - битумно-полимерный кровельный и гидроизоляционный материал на стекловолоконистой или полиэфирной основе. В зависимости от типа покрытия поверхности существуют следующие марки: *филизол В* - поверхность покрыта крупнозернистой посыпкой - применяется для устройства верхнего слоя кровельного ковра, *филизол Н* - поверхность покрыта пылевидной посыпкой или полиэтиленовой пленкой - применяется для нижнего слоя кровельного ковра. Так же в настоящее время выпускается *филизол Супер*, предназначенный для укладки кровельного ковра в один слой.

Таблица 8

Физико-механические показатели филизола

Марки филизола	Филизол В	Филизол Н	Филизол Супер
Разрывная нагрузка, Н, не менее	490	294	500
Водопоглощение, %, не более	1,5	1,5	1,5
Гибкость на брусе, мм/°С	25/-18	25/-18	25/-18
Теплостойкость, °С, не ниже	85	85	85
Водонепроницаемость при давлении 0,001 МПа/0,2 МПа в течение, ч	72	2	72

Изопласт (ТУ 5774-005-05766480-95) - битумно-полимерный кровельный и гидроизоляционный материал. Основа — нетканое полотно из полиэфирных волокон. У марок, предназначенных для верхнего слоя кровельного ковра, - *изопласт К* - лицевая сторона защищена крупнозернистой посыпкой, а у марок, рекомендуемых для нижнего слоя кровельного ковра, - *изопласт П* («П» - подкладочный) - лицевая сторона защищена мелкозернистой посыпкой или полиэтиленовой пленкой; нижняя сторона того и другого материала покрыта полиэтиленовой пленкой. *Изопласт П* рекомендуется также для устройства гидроизоляции фундаментов, подземных сооружений, бассейнов, мостов и т.п.

Таблица 9

Физико-механические показатели изопласта

Марки изопласта	Изопласт К	Изопласт П
Разрывная нагрузка, Н, не менее	600	360
Водопоглощение, %, не более	1,0	1,0
Гибкость на брусе, мм/°С	10/-15	10/-15
Теплостойкость, °С, не ниже	120	120
Водонепроницаемость при давлении 0,001 МПа/ 0,2 МПа в течение, ч	72	2

БЕЗОСНОВНЫЕ БИТУМНО-ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Изол (ГОСТ 10296-79) - безусновный, биостойкий, гидроизоляционный и кровельный материал, получаемый из резино-битумного вяжущего, пластификатора, наполнителя, антисептика и полимерных добавок. Нижняя поверхность полотна (внутренняя в рулоне) покрыта пылевидной посыпкой. Выпускают *изол* двух марок: *И-БД* (без полимерных добавок) и *И-ПД* (с полимерными добавками). Изол предназначен для устройства плоских кровель, для гидроизоляции подвалов и фундаментов зданий, туннелей, мостов и бассейнов, пароизоляции покрытий, для защиты наружной поверхности стальных труб тепловых сетей от коррозии. Изол долговечнее рубероида в 2 раза. Он эластичен, гниlostоек, обладает хорошей деформативностью даже при отрицательных температурах, водонепроницаем, пластичен и биостоек.

Таблица 10

Физико-механические показатели изола

Марки изола	И-БД	И-ПД
Разрывная нагрузка, Н, не менее	40	120
Водопоглощение, %, не более	1,0	0,8
Гибкость на бруске, мм/°С	5/-15	5/-15
Теплостойкость, °С, не ниже	150	120
Водонепроницаемость при давлении 0,2 МПа в течение, ч	72	2

КРОВЕЛЬНЫЕ И ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МЕМБРАНЫ

Для устройства кровель промышленных и общественных зданий с малыми уклонами (от 0 до 10%) и прочными плотными основаниями в последнее время находят всё более широкое применение *кровельные и гидроизоляционные мембраны*.

Мембраны изготавливают из смесей на основе высокоэластичных полимеров, таких как пластифицированные ПВХ, сополимер этилена, полиэтилена и диена (ЭПДМ), термопластичных полиолефинов (ТПО). Применяют так же мембраны, армированные полиэфирной сеткой. Особенностью ПВХ мембран является их несовместимость с нефтепродуктами в отличие от ТПО мембран, что необходимо учитывать при выборе гидроизоляционного материала. Однако сбалансированные добавки в составе мембраны ПВХ позволяют применять данную кровельную мембрану на объектах с повышенными требованиями по огнестойкости (атомных электростанциях).

Материал мембран имеет относительное удлинение 200-400%, обладает высокой прочностью на растяжение и прокол, характеризуется высокой водонепроницаемостью и атмосферостойкостью. Материал сохраняет свои свойства в интервале температур от минус 60°С до плюс 100°С.

В заводских условиях производят сварку заготовленных полос материала в полотнища необходимого размера в соответствии с планом конкретной кровли. Прочность сварочного шва превышает прочность самого материала. Площадь мембранных полотнищ до 900 м², что обуславливает быстроту устройства кровельных покрытий. При толщине 1,2-1,5 мм масса 1 м² составляет 1,4-1,8 кг.

Полотнища подаются на крышу в сложенном виде в строго определённое место кровли и раскатываются, покрывая все элементы конструкции с учётом фонарей, вентиляционных шахт и другого инженерного оборудования.

Мембрана крепится к основанию сплошным приклеиванием, точечным приклеиванием или пригружается гравием либо бетонными плитками. В последнем случае крыша может быть эксплуатируемой.

На российский строительный рынок основными поставщиками кровельных и гидроизоляционных мембран являются фирмы Icopal, Sika, Firestone, Технониколь и др.

Ниже представлены физико-механические свойства некоторых типов мембран (ГОСТ 2678-94 с изм. 1 и доп. По ТУ 5774-001-56818267-2005).

Таблица 11

Физико-механические показатели мембран Logicroof TPO

Марки изола	P	P-MV
Разрывная нагрузка, МПа, не менее	14,7	14,4
Водопоглощение, %, не более	0	0,2
Гибкость на брусе, мм/°С	5/-55	5/-55
Теплостойкость, °С, не ниже	100	100
Водонепроницаемость при давлении 0,001МПа/0,2 МПа в течение, ч	72	2

Таблица 12

Физико-механические показатели мембран Logicroof PVC

Марки изола	RP	R2P	SR
Разрывная нагрузка, МПа, не менее	17,7	13,9	15,2
Водопоглощение, %, не более	0,1	0,1	0
Гибкость на брусе, мм/°С	5/-40	5/-40	5/-50
Теплостойкость, °С, не ниже	100	100	100
Водонепроницаемость при давлении 0,001МПа/0,2 МПа в течение, ч	72	72	2

ШТУЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Рулонные материалы в основном применяют для крыш с малым уклоном. Зрительно они образуют монотонную темно-серую лишенную декоративности поверхность. Для плоских «невидимых» для людских глаз крыш это не имеет значения, в связи с чем в современном строительстве всё больше входят в моду крыши с большим уклоном (15÷60°), применяемые для вальмовых и мансардных крыш, поверхность которых - один из основных декоративных элементов здания. Такие крыши уже являются важным архитектурным элементом здания, и в этом случае необходимы кровельные материалы, придающие кровле цвет и фактуру. Традиционно такими материалами были черепица, асбестоцементные листы, натуральный шифер (плитки из глинистого сланца) и т.п. Ниже рассмотрены мягкая черепица и гофрированные листы типа «ондулин», обязательным компонентом которых является битум.

Мягкая (гибкая) черепица (мягкая кровля, битумная плитка, битумная черепица) - штучный материал, получаемый на основе традиционных рулонных материалов вырубкой из полотна фигурных полос, которые при укладке напоминают кровлю из ленточной черепицы, натурального шифера или дранки. Минимальный угол наклона кровли 10°.

Основой плиток служит стеклохолст, покрытый с двух сторон окисленным битумом. В качестве «бронирующей» посыпки используют минеральные гранулы, покрытые керамической краской. Нижняя поверхность плитки покрыта слоем битумно-полимерного вяжущего и защищена тонкой полимерной пленкой, удаляемой в момент монтажа. Это обеспечивает исключительную устойчивость материала к воздействию ультрафиолета, ежедневным перепадам температур, атмосферным осадкам и другим неблагоприятным климатическим условиям. Прогнозируемая долговечность мягкой черепицы не менее 30 лет.

Один из наиболее популярных видов гибкой черепицы «*Руфлекс*» производится финской фирмой «Катепал». Этот материал представляет собой листы размером 1000x317 мм, имитирующие 4 штуки простейшей ленточной черепицы различной формы.

Таблица 13

Физико-механические показатели плиток Руфлекс

Разрывная нагрузка, Н, не менее	600
Гибкость на брусе мм/°С	30/-5
Теплостойкость, °С, не ниже	85

Кроме гибкой черепицы «Руфлекс» финской фирмы «Катепал», всё более широкое применение на российском строительном рынке находят мягкая черепица итальянской компании «Тегола», финской компании «Икопал», а так же российский аналог «Шин-глас» компании «Технониколь».

Гофрированные кровельные листы (типа «Ондулин») - штучный материал для кровель в виде гибких волнистых листов размером 200x100 см и толщиной 3 мм (вес листа около 6 кг). Листы представляют собой гофрированный картон, пропитанный битумно-полимерным вяжущим и окрашенный с лицевой стороны атмосферостойкой краской на винил-акриловом связующем. Окраска создает декоративный эффект и защищает картон и битум от действия солнечного излучения. Гофрированный кровельный лист обеспечивает хорошую звукоизоляцию, характеризуется высокой химической и биостойкостью, а также хорошей погодостойкостью. Долговечность материала более 30 лет.

Таблица 14

Физико-механические показатели листов типа «Ондулин»

Разрывная нагрузка, Н, не менее	960
Водопоглощение, %, не более	0,5
Теплостойкость, °С, не ниже	110

МАСТИЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Мастиками называют материалы, получаемые смешиванием органических вяжущих веществ с тонкодисперсными наполнителями и добавками, обладающими клеящей способностью.

Мастики применяют для устройства и ремонта мягких кровель, приклеивания отделочных, теплоизоляционных материалов; для защиты наземных и подземных сооружений и конструкций фундаментов, стен и полов подвалов, открытых помещений, бассейнов, очистных сооружений; для антикоррозионной защиты металлоконструкций.

В отличие от рулонных материалов мастики после нанесения и отвердевания образуют гидроизоляционную пленку, практически не имеющую стыков. Мастики позволяют формировать ковер на поверхностях, имеющих сложную конфигурацию с большим количеством архитектурных деталей. Применение мастик позволяет в 2-4 раза снизить стоимость гидроизоляции.

В соответствии с ГОСТ 30693-2000 мастики классифицируют по следующим основным признакам:

- по назначению: *кровельные* (предназначенные для устройства мастичных и ремонта всех типов кровель); *приклеивающие* (для приклеивания рулонных кровельных и гидроизоляционных материалов и для устройства защитных слоев кровель); *гидроизоляционные* и *пароизоляционные* (для устройства мастичных слоев гидро- и пароизоляции);

- по виду основных исходных компонентов: *битумные, битумно-эмульсионные, битумно-резиновые, битумно-полимерные, полимерные*;
- по виду разбавителя мастики подразделяют на содержащие: *воду, органические растворители*;
- по характеру отверждения: *отверждающиеся* (в том числе вулканизирующиеся), *неотверждающиеся*. Отверждающиеся мастики могут быть одно- и многокомпонентными;
- по способу применения: *горячие* (с предварительным подогревом перед применением); *холодные* (не требующие подогрева, содержащие растворитель и эмульсионные).

В зависимости от условий эксплуатации к мастикам предъявляют определенные технические требования по условной прочности, теплостойкости, гибкости, водопоглощению и др.

- Условную прочность битумно-полимерных мастик определяют испытанием образцов-лопаток типа 1 или 2.

Тип образца-лопатки выбирают в зависимости от вида мастики и указывают в ТУ на мастику этого вида. Образец помещают в захваты разрывной машины по установочным меткам. Приводят в действие механизм растяжения и фиксируют силу и длину рабочего участка в момент разрыва или максимального значения силы.

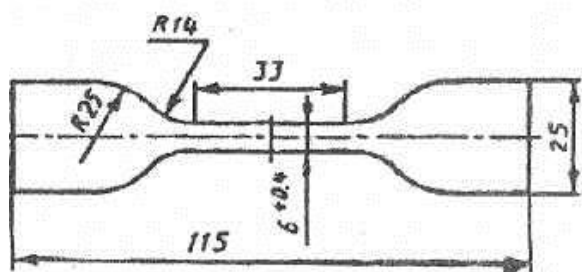


Рис. 2 - Образец-лопатка типа 1

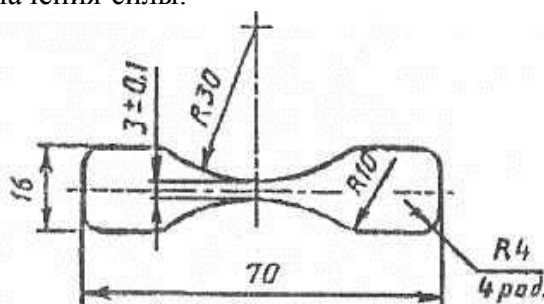


Рис. 3 - Образец-лопатка типа 2

Условную прочность (σ_z) в МПа (Н/см²) вычисляют по формуле:

$$\sigma = \frac{P_p}{bh_0}$$

где P_p - разрывная сила, Н, b - ширина образца-лопатки, см, h_0 - толщина образца-лопатки, см;

- Теплостойкость определяют испытанием образцов материала, отформованных в виде пленок размерами 100x50 мм. Сушильный шкаф нагревают до температуры, указанной в ТУ на мастику конкретного вида. Измеряют первоначальную длину образца-пленки (l_1). Образец подвешивают в сушильном шкафу в вертикальном положении на расстоянии не менее 50 мм от стенок шкафа и выдерживают при заданной температуре в течение времени, указанного в НД на мастику конкретного вида. Затем образец извлекают из шкафа, охлаждают, осматривают и измеряют длину (l_2).

Мастику считают выдержавшей испытание на теплостойкость, если на поверхности образца не появятся вздутия и подтеки, а также не происходит увеличение длины сверх нормативной.

Увеличение длины (Δl) в процентах вычисляют по формуле

$$\Delta l = \frac{l_2 - l_1}{l_1} \cdot 100,$$

где l_1 - длина образца-пленки до испытания, мм; l_2 - длина образца-пленки после испытания, мм.

Результат округляют до 1%.

• *Гибкость* горячих битумных мастик определяют по ГОСТ 2889-80 путем изгиба образца пергамина предварительно выдержанного в воде размером 50x100 мм с нанесенной на него мастикой по полуокружности стержня определенного диаметра при заданной температуре.

Гибкость битумно-полимерных, битумно-резиновых мастик определяют загибом образцов размерами 120x20 мм вокруг бруса, изготовленного из твердой древесины, пластмассы или другого материала низкой теплопроводности и имеющего с одной стороны закругление радиусом R (см. п. 2.1.). Радиус должен быть указан в ТУ на конкретный материал.

Перед испытанием при положительной температуре образец помещают в сосуд с водой, температура которого должна соответствовать установленной в ТУ на мастику конкретного вида, и выдерживают 10 +/- 0,5 мин. При проведении испытания при 0°C образец помещают в воду со льдом, а при отрицательных температурах - в морозильную камеру или охлаждающую смесь и выдерживают в течение 20 +/- 0,5 мин. Состав охлаждающей смеси должен быть указан в НД на мастику конкретного вида.

В обоих случаях мастику считают выдержавшей испытание, если на поверхности образца не образуются трещины.

• *Водопоглощение* определяют выдерживанием образцов материала размерами 50x50 мм в воде в течение определенного времени по методике, описанной в п. 2.1.

• *Водонепроницаемость* материала определяют временем, в течение которого образец не пропускает воду при определенном давлении: для кровельных мастик - не менее 0,001 МПа (10 см вод. ст.) в течение не менее 72 ч; для гидроизоляционных мастик - не менее 0,03 МПа (3 м вод. ст.) в течение не менее 10 мин. Испытание проводят на образцах размерами 150x150 мм (см. п. 2.1).

Ниже приведены состав и основные физико-механические свойства мастик на битумосодержащих вяжущих.

ГОРЯЧИЕ МАСТИКИ

Горячие мастики используют с предварительным подогревом до 160÷180°C. В состав горячих мастик входят битумосодержащие вяжущие и наполнители. Наполнителями служат измельченные волокна асбеста, минеральной ваты, тонкомолотые известняки, мел, доломит, тальк, золы. Мастика может изготавливаться с добавками антисептиков и гербицидов. Мастики предназначены для устройства бесшовного кровельного покрытия, приклеивания рулонных материалов, для гидроизоляции строительных конструкций.

Горячие битумные мастики подразделяются на марки по теплостойкости (ГОСТ 2889-80): МБК-Г-55, МБК-Г-65, МБК-Г-75, МБК-Г-85, МБК-Г-100. Обозначения: "М" - мастика, "Б" - битумная, "К" - кровельная, "Г" - горячая.

Таблица 15

Физико-механические показатели горячих битумных мастик

Теплостойкость в течение 5 ч, °С	55÷100
Гибкость на стержне, мм/°С	10÷40*/18
Водопоглощение, %, не более	2

*Диаметр стержня выбирают в зависимости от марки мастики.

Горячие битумно-полимерные мастики изготавливают из битумно-полимерного вяжущего и минеральных наполнителей. Модификация битумного вяжущего полимером позволяет улучшить физико-механические характеристики исходного битума (прочность, эластич-

ность, адгезию и др.), расширить температурный диапазон применения и замедлить процесс его старения. Примерами таких материалов могут служить российские мастики «Ижора», «Битален», «Эврика» и др.

Таблица 16

Физико-механические показатели горячих битумно-полимерных мастик

Условная прочность, МПа, не менее	0,2
Теплостойкость, °С, не ниже	100
Гибкость на брусе, мм/°С	5/-15
Водопоглощение, в течение 24 ч, %, не более	2

ХОЛОДНЫЕ МАСТИКИ

Холодные мастики применяют при повышенных требованиях к технической безопасности, невозможности применения открытого огня при устройстве и ремонте мягких кровель, гидроизоляции металлических, железобетонных и других конструкций, для ремонта всех гибких водонепроницаемых соединений между кровельным покрытием и такими деталями, как трубы дымохода, вентиляционные трубы, купола, сливы и др., для заполнения щелей, трещин, пузырей в старых гидроизоляционных битумных покрытиях.

Холодные мастики представляют собой смеси органических вяжущих с наполнителями, разжижителями и добавками (пластификаторами). В качестве разбавителей (разжижителей) для получения холодных мастик применяют различные органические вещества: бензин, лигроин, керосин (летучие растворители), соляровое масло, мазут, нефть (нелетучие растворители). Нанесение холодных битумных мастик допускается производить при отсутствии атмосферных осадков и температуре окружающего воздуха не ниже +5°С.

По виду вяжущего холодные кровельные битумосодержащие мастики подразделяются на битумные и битумно-полимерные.

Холодные битумные мастики

МБК-Х-1 изготавливается из смеси тугоплавкого битума БНК 90/40, извести-пушонки, асбеста и растворителя (солярового масла). Основные технические характеристики: теплостойкость - не менее 70°С; время затвердевания - не более 48 ч. Применяется для гидроизоляции строительных конструкций и защиты от коррозии.

Холодные битумно-полимерные мастики

Битурел, армабизел, мабизел - двухкомпонентные полиуретан-битумные композиции. Применяются для защиты наземных и подземных сооружений и конструкций фундаментов, стен и полов подвалов, открытых помещений, бассейнов, очистных сооружений, стальных трубопроводов, опор мостов, мачт ЛЭП и др. Обладают клеящим эффектом: на свежий гидроизоляционный слой можно приклеивать отделочные, теплоизоляционные, кровельные и другие материалы. Могут наноситься на влажное основание. Срок службы более 15 лет.

Таблица 17

Физико-механические показатели битурела

Условная прочность, МПа, не менее	1,0
Гибкость на стержне, мм/°С	5/-50
Водопоглощение, %, не более	1,5
Теплостойкость, °С, не ниже	120

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бадьин Г.М., Заренков В.А., Иноземцев В.К. Справочник строителя-ремонтника, - М.: АСВ, 2002.
2. ГОСТ 10296-79. Изол. Технические условия.
3. ГОСТ 2889-80. Мастика битумная кровельная горячая. Технические условия.
4. ГОСТ 2697-83. Пергамин кровельный. Технические условия.
5. ГОСТ 20429-84. Фольгоизол. Технические условия.
6. ГОСТ 10923-93. Рубероид. Технические условия.
7. ГОСТ 2678-94. Материалы рулонные кровельные и гидроизоляционные. Методы испытаний.
8. ГОСТ 30547-97. Материалы рулонные кровельные и гидроизоляционные. Общие технические условия.
9. ГОСТ 30693-2000. Мастики кровельные и гидроизоляционные. Общие технические условия.
10. Ефимов Б.А., Попов К.Н., Сканава Н.А., Беляев К.В. Методические указания к выполнению лабораторной работы «Строительные пластмассы». – М.: МГСУ, 2011.
11. Козлов В.В., Чумаченко К.К. Гидроизоляция в современном строительстве: Учеб. пособие. - М.: АСВ, 2003.
12. Попов К.Н., Каддо М.Б. Строительные материалы и изделия. — М.: Высш. шк., 2002.
13. Попов К.Н., Кульков О.В. Каддо М.Б. Оценка качества строительных материалов. - М.: Высш. шк., 2004.
14. Рыбьев И.А. Технология гидроизоляционных материалов. - М.: Высш. шк., 1991.
15. Смирнов В.А., Ефимов Б.А., Кульков О.В., Баландина И.В., Сканава Н.А. Материаловедение. Отделочные работы. – М.: Академия, 2010.
16. Соков В.И. Основы технологии рулонных гидроизоляционных материалов: Учеб. пособие. — М.: МИСИ, 1991.
17. Шилин А.А., Зайцев М.Л., Золотарев И.А., Ляпидевская О.Б. Гидроизоляция подземных и заглубленных сооружений при строительстве и ремонте: Учеб. пособие. — Тверь: Русская торговая марка, 2003.