

ВВЕДЕНИЕ

Современные методы строительства предполагают применение строительных конструкций, состоящих из разнородных элементов. Это позволяет в первую очередь повысить качество строительных работ, улучшить тепловую эффективность ограждающей оболочки зданий. Кроме того, в большинстве случаев обеспечивается дополнительная огнезащита строительных конструкций и создание акустического комфорта.

Выполнение этих задач предполагает использование специальных строительных систем, включающих полный комплекс составляющих элементов, — комплектных строительных систем. Комплектные системы включают элементы, позволяющие осуществлять конструкционные решения перегородок, полов, подвесных потолков, внутренней облицовки стен и огнезащитной облицовки, а также использовать различную технологию монтажа этих конструкций.

Комплектные системы развиваются инжиниринговыми службами организаций, производственные мощности которых размещаются как в России, так и за рубежом: Компании КНАУФ, концерна «SANT-GOBAIN», компании РОКВУЛ (ЗАО «Минеральная вата»), ГК ТехноНИКОЛЬ, КРОЗ и ряда других. Разработка проектов комплектных систем осуществляется ведущими проектными организациями.

Комплекующие материалы для систем производятся самими компаниями или специализированными фирмами-партнерами. Например, плиты и маты из стеклянного волокна выпускают изоляционные отделения «SANT-GOBAIN ISOVER», расположенные в России, Финляндии, Польше, Швеции. Предприятия компании КНАУФ выпускают полный ассортимент продукции для комплектных систем КНАУФ. Системы компаний РОКВУЛ и ТехноНИКОЛЬ ориентированы на использование изделий из каменной ваты, производящихся на заводах компаний, и комплекующих, поставляемых сторонними организациями. Системы КРОЗ предполагают использование изделий из базальтового волокна и комплекующих от поставщиков.

Развитие комплектных систем это необходимый маркетинговый ход, способствующий реализации материалов этих фирм. С другой стороны, сами фирмы заинтересованы в грамотной реализации созданных проектов. Поэтому практически во всех фирмах-инициаторах комплектных систем создаются учебные центры, в которых осуществляется подготовка специалистов-монтажников, проводятся консультации для всех заинтересованных лиц, создаются учебные фильмы, готовится специальная литература. Большое внимание уделяется работе с высшими и средними специальными учебными заведениями.

1. СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

1.1. КОМПЛЕКТНЫЕ СИСТЕМЫ

1.1.1. Системы внутренней отделки

Облицовка стен

Конструкции облицовок стен из гипсокартонных (гипсоволокнистых) листов делятся на два типа: каркасную — конструкцию из гипсокартонных листов с одно-

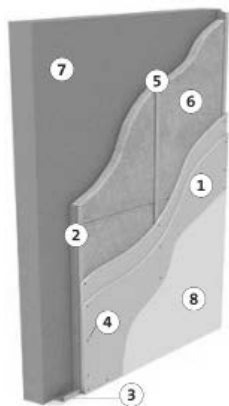


Рис. 1. Схема облицовки стен:

- 1 — гипсокартонный лист;
- 2 — стоечный профиль;
- 3 — направляющий профиль;
- 4 — шуруп;
- 5 — уплотняющая лента;
- 6 — тепло-, звукоизоляционный материал;
- 7 — стена;
- 8 — финишная отделка

или двухслойной обшивкой и бескаркасную из гипсокартонных листов (ГКЛ), гипсоволокнистых листов (ГВЛ) или гипсовых панелей, монтируемых на специальные строительные смеси (рис. 1). Оба типа используются в комплектных системах КНАУФ. В системе GYPROC применяют только облицовки по стальному или деревянному каркасу.

Облицовка служит основой для последующей отделки стены и может использоваться для повышения звукоизоляции и теплоизоляции ограждающих конструкций. Если требуется утепление наружных стен изнутри помещения, то в конструкции облицовок делают теплоизоляционную прослойку. При этом в каждом конкретном случае должен быть выполнен теплотехнический расчет по предотвращению накопления влаги в стене за годовой период эксплуатации и ограничению влаги за период с отрицательными среднемесячными температурами. Если нормируются предел огнестойкости и класс пожарной опасности

стен, обшивка с соответствующими пожарно-техническими характеристиками может выполнять огнезащитные функции.

Перегородки

Перегородки жилых офисных или административных зданий выполняют по деревянному или стальному (одинарному, двойному) каркасу с обшивкой из ГКЛ (рис. 2), ГВЛ и их специализированных модификаций: водо- или огнестойких. Перегородки выполняют одно- и двухслойные, в наружном слое возможно использование плит типа Файерборд или Аквапанель внутренняя. Внутреннее пространство заполняется негорючей звуко теплоизоляцией (маты или плиты на основе минеральной ваты или гранулированная минеральная вата). В этих же полостях размещаются электрическая проводка и инженерные коммуникации.

Распространенным способом сухого строительства является выполнение перегородок из пазогребневых гипсовых плит. Перегородки выполняют одно- или двухслойными с заполнением полости минераловолокнистыми материалами.



Рис. 2. Схема многослойной перегородки:

- 1 — каркас; 2 — тепло-, звуко- изоляционный материал;
- 3 — гипсокартонный лист;
- 4 — финишная отделка

Потолки

Подвесные потолки представляют собой конструкцию (рис. 3), включающую стальной каркас, подвешиваемый к перекрытию или покрытию, обшитый со стороны помещения одним или двумя слоями ГКЛ или специальных листов: акустических, огнестойких, влагостойких. В надпотолочном пространстве размещают электропроводку, могут укладываться минераловатные

плиты, улучшающие акустические характеристики и огнезащиту конструкции. Подвесные потолки являются достаточно сложными инженерными системами, включающими не только устройства подвеса каркаса, но и системы подвеса осветительных приборов, вентиляции, устройств доступа в надпотолочное пространство, защиты элементов и конструкций подвесного потолка от тепла, выделяемого встроенными светильниками.

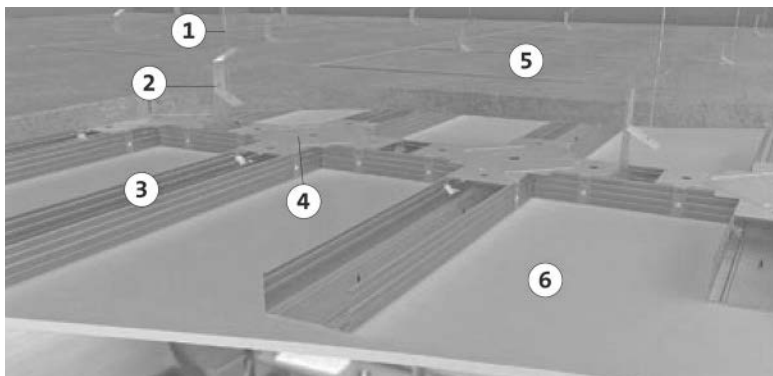


Рис. 3. Схема подвесного потолка:

- 1 — спица; 2 — анкерный подвес; 3 — потолочный профиль; 4 — соединительный профиль; 5 — теплозвукоизоляционный материал; 6 — гипсокартонный лист

Полы

Строительные системы предусматривают конструкции полов на лагах, на бетонном основании (рис. 4), полов над холодными подпольями или подвалами, полов по междуэтажным перекрытиям. Предусматриваются специальные решения в зависимости от типа основания: многпустотная или массивная железобетонная плита, профилированный настил, стальной каркас, грунт. В качестве теплозвукоизоляции используют жесткие минераловатные плиты, плиты из вспененного полистирола, минераловатные маты.

В качестве покрытия предусматривается применение паркета и паркетной доски, ламината, линолеума или ковролина, керамической плитки. Существуют специальные решения для активных теплых полов (с электрическим или водяным обогревом). Полы со стяжками из ГКЛ с любым покрытием, кроме керамической плитки, имеют коэффициент теплоусвоения покрытия ниже нормативного.

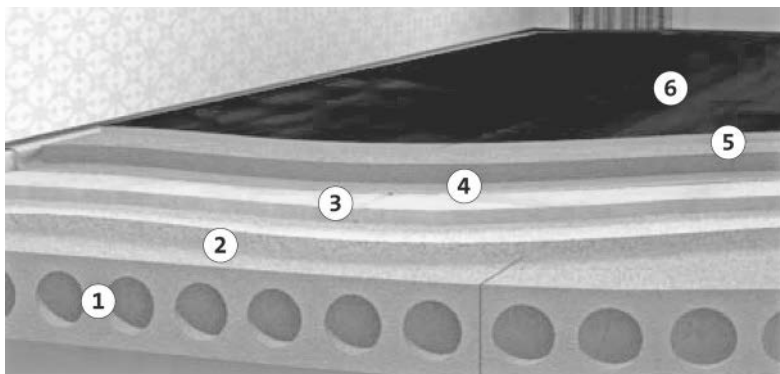


Рис. 4. Схема плавающего пола:

1 — плита перекрытия; 2 — выравнивающий слой песка; 3 — теплозвукоизоляционный материал; 4 — гидроизоляция; 5 — цементно-песчаная стяжка; 6 — чистовой пол

Системы огнезащиты

Развитие строительства multifunctional торговых комплексов и высотных зданий неразрывно связано с повышенными требованиями к пожарной безопасности подобных сооружений и строгим контролем за их соблюдением. Требуемые пределы огнестойкости несущих металлических конструкций или транзитных воздуховодов могут достигать в подобных зданиях 240 мин.

Огнезащита несущих конструкций (стальных колонн, балок, прогонов) гипсокартонными листами может применяться в зданиях различного назначения всех степеней огнестойкости, клас-

сов конструктивной и функциональной пожарной опасности, возводимых в любых районах, включая сейсмические. При этом температура воздуха в помещении должна быть не ниже 10 °С, влажностный режим — сухим или нормальным при отсутствии агрессивных сред. Для огнезащитной обшивки рекомендуется применять огнестойкие листы марки GYPROC GF15 или КНА-УФ, которые являются модификациями гипсокартонных листов огнестойких (ГКЛЮ). В качестве утеплителя рекомендуется использовать изделия из каменной ваты, а также специализированных огнестойких плит.

Воздуховоды систем вентиляции и кондиционирования в случае пожара могут служить вероятным путем развития и распространения продуктов горения за пределы помещения, ограниченного противопожарными преградами. В целях предотвращения каскадного развития горения (аварии) и создания условий по его локализации строительными нормами СНиП 41-01—2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» установлены требуемые пределы огнестойкости воздуховодов и коллекторов систем любого назначения внутри и снаружи пожарного отсека.

Воздуховоды с нормируемыми пределами огнестойкости предусмотрено проектировать из негорючих материалов. При этом толщина листовой стали для конструкций воздуховодов должна составлять не менее 0,8 мм. За предел огнестойкости воздуховода принимается время от начала огневого воздействия на воздуховод до возникновения одного из предельных состояний (потеря целостности или теплоизолирующей способности).

В состав системы ROCKFIRE (рис. 5) при огнезащите стальных конструкций входят плиты CONLIT и клей CONLIT GLUE; при огнезащите железобетонных перекрытий — плиты FT BARRIER, анкерные элементы IDMS и декоративное покрытие FT DECOR; при огнезащите воздуховодов — маты WIRED MAT 80, приварные штифты, фиксирующие шайбы, алюминиевый скотч.

Изделия и материалы должны удовлетворять требованиям соответствующих стандартов или технических условий, а для материалов зарубежной поставки — сертификату соответствия

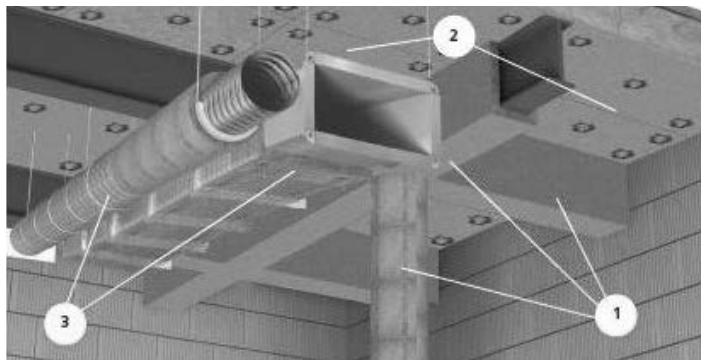


Рис. 5. Схема огнезащиты (ROCKFIRE):

- 1 — огнезащита стальных конструкций: плиты CONLIT; клей CONLIT GLUE;
 2 — огнезащита железобетонных перекрытий: плиты FT BARRIER; анкерные элементы IDMS; декоративное покрытие FT DECOR; 3 — огнезащита воздуховодов (маты WIRED MAT 80; приварные штифты, фиксирующие шайбы, алюминиевый скотч)

(при наличии отечественного аналога) или технического свидетельства (при отсутствии отечественного аналога).

Материалы и изделия должны иметь обязательную сопроводящую документацию, включая: сертификаты соответствия (для материалов, подлежащих обязательной сертификации); гигиеническое заключение (для материалов, включенных в утвержденный Минздравом России перечень); сертификаты пожарной безопасности (для материалов, включенных в перечень продукции, подлежащей обязательной сертификации в области пожарной безопасности).

1.1.2. Состояние производства гипсосодержащих материалов

В системах внутренней отделки используют гипсокартонные и гипсоволокнистые листы различных модификаций, пазогребневые плиты, шпаклевочные, штукатурные и выравнивающие строительные смеси. Наиболее применяемым материалом являются гипсокартонные листы. В США на одного человека расходуется 8,5 м² гипсокартонных листов в год, в Японии — 5,4 м²,

в странах Западной Европы от 3 до 5 м², в Украине — 0,4 м², в России — 1,8—1,9 м², а в Москве — 5,8 м². Россия производит менее 2 % от объема мирового рынка гипсокартона.

Становление российского рынка гипсокартона во многом связано с развитием производства компании Knauf. Компания устойчиво занимает более 90 % отечественного производства, обладая 14 предприятиями — производителями стройматериалов и 7 маркетинговыми фирмами. Менее 10 % российского рынка приходится на других производителей (табл. 1): ООО «Волма» (г. Волгоград), ОАО «Свердловский завод строительных изделий» (г. Екатеринбург), входящий в состав группы «Гифас», ОАО «Гипсополимер» (г. Пермь). В 2010 г. в Алтайском крае впервые зафиксировано производство гипсокартонных листов в объеме 446 тыс. м².

В течение последних 13 лет компания Knauf уже осуществила значительные вложения в строительство и модернизацию предприятий в России. С открытием завода в Колпино (Санкт-Петербург) она получила весьма благоприятные перспективы для продвижения в Северо-Западном регионе.

Следует отметить, что компания Saint-Gobain, занимающая заметную долю на рынке как импортер (объединяет производителей гипсокартона марок Giproс, Nida Gips, Rigips), в 2007 г. объявила о планах строительства завода по производству гипсокартона под Уфой и в Нижегородской области.

Динамика отечественного производства выглядит следующим образом (рис. 6). До 2008 г. наблюдался стабильный рост выпуска гипсокартона при сохранении ежегодных темпов роста не ниже 16 %. В 2008 г. снижение выпуска составило 2 %, а в 2009 г. было зафиксировано падение на 21,5 %. Снижение на уровне 20 % в нынешних условиях можно считать щадящим, так как для большинства базовых строительных материалов падение в 2009 г. составило 40—45 %, а среди отделочных материалов средний уровень падения — 20—25 %.

Основная доля потребления гипсокартона приходится на Москву и Московскую область. Это связано в первую очередь с большими объемами строительства офисной недвижимости. На втором месте после Москвы находится Краснодарский край. Санкт-

Выпуск гипсокартона в России

Предприятие	Регион	Производство по годам, тыс. м ²								
		2005	2006	2007	2008	2009	2010			
ОАО «Кнауф Гипс Новомосковский»	Тульская обл.	55227,4	62025,4	63290,7	59797	27161				
ОАО «Кнауф Гипс Псебай»	Краснодарский край	41848,8	44051,5	47328,9	45684,2	26420,9				
ООО «Кнауф гипс Колпино»	Санкт-Петербург	0	20724	43197,5	42080	14241				
ООО «Кнауф гипс Кунгур»	Пермский край	301404,9	38794	40000,5	37934	36053				
ООО «Кнауф гипс»	Московская обл.	24285,9	25237,5	26055,2	28018,1	32850,2				
ОАО «Кнауф гипс Дзержинск»	Нижегородская обл.	12081	12632	14203,4	11002	11316				
ООО «Кнауф гипс Челябинск»	Челябинская обл.	10359,6	11517	10136,1	11520	7500				
ООО «Волма» (ОАО «Гипс»)	Волгоградская обл.	7000	9000	11000	13000	12138				
ОАО «Гипсополимер»	Пермский край	5512,1	5691	5867,4	5289,5	7300				
ОАО «СЗГИ»	Свердловская обл.	5000	6000	7000	8000	6904				
ООО «Арачинский гипс»	Казань, Татарстан	—	—	—	1876,1	2760,3				
ООО «АКСИМ»	Татарстан	—	—	—	—	1300				

Петербург в среднем потребляет около 25—30 млн м², что соответствует 10 % рынка. Потребности столичных городов полностью удовлетворяются за счет производства компании Кнауф и импорта. На рынке гипсокартона Санкт-Петербурга и Ленинградской области доминируют два производителя — Кнауф и Гурпос (Saint-Gobain), при этом Кнауф занимает до 70 % (табл. 2).

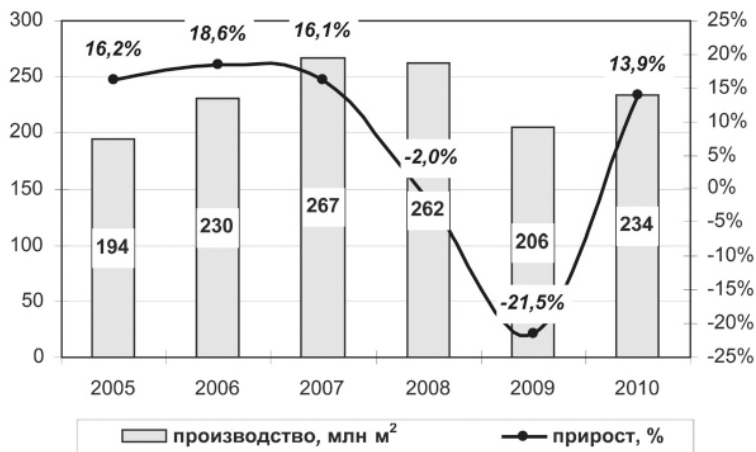


Рис. 6. Динамика производства гипсокартона в России, 2005—2010 гг.

Таблица 2

**Доли основных производителей
в общем объеме производства, 2002—2010 гг.**

Наименование производителя	Годы									
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
КНАУФ	93,8	91,9	91,5	90,9	91,2	91,1	89,3	83,6	85,4	
ООО «Волма»	0,6	1,5	1,8	3,6	3,8	4,1	4,9	6,5	5,0	
ОАО «Гипсо- полимер»	4,3	3,6	3,0	2,9	2,4	2,2	2,0	3,9	2,5	
ОАО «СЗГИ»	1,0	1,1	1,2	2,6	2,5	2,6	3,0	3,7	2,8	
Прочие	0,2	1,9	2,5	0	0	0	0,7	2,3	4,3	

Наиболее заметные производители отечественного рынка гипсокартона после Кнауф, занимающие в совокупности около 7 % внутреннего производства, распределились по объемам производства следующим образом:

- «Волма» (Волгоград) — 2—2,5 % до 2007 г., в 2008—2009 гг. 1,6—1,7 %.
- Пермский завод «Гипсополимер» — в 2001 г. занимал 6 %, после 2004 г. — в районе 2 %.
- Екатеринбургский «Гифас» (СЗГИ) — 1,5—1,8 % в течение всего рассматриваемого периода.



Рис. 7. Концентрация отечественного производства по регионам, 2009 г.

В 2009 г. несколько увеличилась доля «прочих» производителей гипсокартона. Это говорит о том, что малый бизнес не так просто вытеснить с рынка. Практика последних лет показывает, что предприятие с выпуском в 5—6 млн м² в год вполне может стабильно функционировать и иметь свою региональную рыночную нишу (рис. 7).

За последние 6 лет на рынке представлялось несколько брендов бывшей ВРВ (Gyproc, Rigips, которые теперь принадлежат Saint-Gobain), гипсокартон Lafarge, а также продукция китайских и южнокорейских производителей.

1.2. ГИПСОКАРТОННЫЕ И ГИПСОВОЛОКНИСТЫЕ ЛИСТЫ

1.2.1. Гипсокартонные листы

В 1894 г. американцем О. Сэккетом был получен патент на новый вид строительного материала: лист толщиной 5 мм, состоящий из 10 слоев бумаги, склеенных между собой гипсом. Этот материал и был назван сначала «строительной доской», а затем — «гипсокартонным листом». В начале XX в. С. Келли запатентовал лист, состоящий из двух слоев картона с гипсовой прокладкой, а следом за ним К. Утцман разработал технологию заворачивания края листа. Гипсокартонный лист приобрел вид, сохранившийся и до сегодняшнего дня.

Гипсокартонный лист — строительный материал, не имеющий запаха; 93 % массы листа приходится на гипс; 6 % — на картон и 1 % — на свободную влагу, крахмал и поверхностно-активные вещества. Содержащиеся в ГКЛ вещества не являются вредными для здоровья людей. В обычных условиях микроорганизмы и плесневые грибки не вызывают разрушений листа. ГКЛ выпускают с кромками различных видов (для удобства соединения): прямой, утоненной с лицевой стороны, полукруглой утоненной с лицевой стороны, полукруглой с лицевой стороны, закругленной (рис. 8, табл. 3).

Во всех странах существуют свои стандарты, применяемые к гипсокартонным листам, но требования этих стандартов очень похожи. В России это ГОСТ 6266—97 и ТУ 57422-005-04001508—95; в Германии — DIN 18180; в Австрии — ONORM B3410; в Ве-

ликобритании — BS 1230; во Франции — NFP 72302; в США — ASTM-C36; в Греции — ЕЛОТ 784; в Европейском Экономическом Сообществе — СЕМ 520; международный стандарт — ISO 6308.

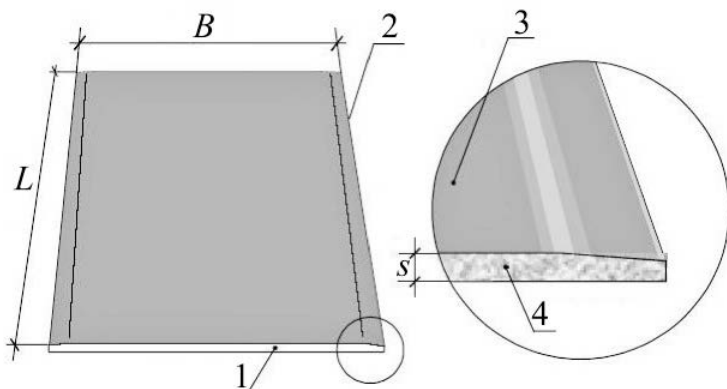







Рис. 8. Гипсокартонный лист: L — длина; B — ширина; s — толщина; 1 — торцевая кромка; 2 — продольная кромка; 3 — лицевая сторона; 4 — сердечник

Дополнительная обработка придает гипсокартонному листу специальные свойства: огнестойкость, влагостойкость, тепло- и звукоизолирующие или акустические свойства. Изготавливают гипсокартонные влагостойкие листы (ГКЛВ), а также ГКЛ с повышенной сопротивляемостью воздействию открытого пламени (ГКЛО) и ГКЛ влагостойкие листы с повышенной сопротивляемостью воздействию открытого пламени (ГКЛВО).

ГКЛ являются строительно-отделочным материалом, применяемым для облицовки стен, устройства перегородок, подвесных потолков, огнезащитных покрытий конструкций, а также для изготовления декоративных и звукопоглощающих изделий. В РФ основным производителем ГКЛ является компания КНАУФ.

В соответствии с ГОСТ 6266—97 по внешнему виду и точности изготовления листы подразделяются на две группы — А и Б. Торцевые кромки листов имеют прямоугольную форму, на швах с них необходимо снимать фаску (примерно на $1/3$ толщины листа).

Типы кромок гипсокартонных листов

Тип кромки	Сечение	Обозначение	Применение
Прямая		ПК	Монтаж насухо (без заделки стыка)
Утоненная		УК	Монтаж с последующей заделкой стыка шпаклевкой Фугенфюллер (с армирующей лентой)
Полукруглая с лицевой стороны		ПЛК	То же шпаклевкой УНИФЛОТ (без армирующей ленты)
Полукруглая и утоненная с лицевой стороны		ПЛУК	То же шпаклевкой УНИФЛОТ (без армирующей ленты); Фугенфюллер (с армирующей лентой)
Закругленная		ЗК	Монтаж с последующим оштукатуриванием

ГКЛ имеют прямоугольную форму длиной 2000—4000 мм (шаг 50 мм), шириной 600, 1200 мм, толщиной 6,5; 8,0; 9,5; 12,5; 14,0; 16,0; 18,0; 20,0; 24,0 мм. По согласованию могут быть изготовлены листы других размеров (табл. 4). Для листов группы А отклонение от прямоугольной формы не должно быть более 3 мм.

Таблица 4

Механические свойства

Толщина листов, мм	Разрушающая нагрузка для образцов, Н, не менее		Прогиб для образцов, мм, не более	
	продольных	поперечных	продольных	поперечных
До 10,0	450	150	—	—
От 10,0 до 18,0	600	180	0,8 (1,0)*	1,0 (1,2)*
Более 18,0	500	—	—	—

*В скобках указано максимальное значение прогиба для отдельного образца.

Масса обычного ГКЛ с размерами 2500×1200×12,5 мм составляет около 29 кг. Масса ГКЛЮ, ГКЛВ, ГКЛВО от 0,8·s до 1,06·s, где s — номинальная толщина листа, мм, составляет не более 1,0 кг/м².

Отклонение минимального значения разрушающей нагрузки отдельного образца от норм не должно быть более 10 %. Прочность листов, выпускаемых КНАУФ, превышает минимально допустимые значения. Например, для листов толщиной 12,5 мм разрушающая нагрузка для продольных образцов может составлять 730 Н. Водопоглощение листов ГКЛВ и ГКЛВО не должно быть более 10 %.

Сопrotивляемость листов ГКЛЮ и ГКЛВО воздействию открытого пламени должна быть не менее 20 мин. Удельная эффективная активность естественных радионуклидов в гипсокартонных листах не должна превышать 370 Бк/кг.

Как и все строительные материалы на основе гипса, гипсокартонные листы имеют высокие пожарно-технические

характеристики: горючесть — Г1 (по ГОСТ 30244), воспламеняемость — В3 или В2 (по ГОСТ 30402), дымообразующая способность — Д1 (по ГОСТ 12.1.044), токсичность продуктов горения — Т1 (по ГОСТ 12.1.044).

1.2.2. Гипсоволокнистые листы и плиты

Гипсоволокнистые листы — гомогенный экологически чистый строительный материал, состоящий из строительного гипса, распушенной целлюлозной макулатуры и различных технологических добавок; производятся в России на предприятиях КНАУФ (в гор. Дзержинске и Челябинске) в соответствии с техническими условиями ТУ 5742-004-03515377—97 и ТУ 21-31-69—89 (КНАУФ-суперлисты).

В зависимости от свойств и области применения листы подразделяют на обычные (ГВЛ) и влагостойкие (ГВЛВ). ГВЛ применяют в помещениях с сухим и нормальным влажностными режимами; ГВЛВ — в сухих помещениях и в помещениях со средней и повышенной влажностью.

Гипсоволокнистые листы имеют прямоугольную форму и размеры: длину (L) — 1200, 1500, 2500, 2700, 3000, 3600 мм; ширину (B) — 500, 1000, 1200, 1500 мм; толщину (S) — 10, 12,5, 15, 18, 20 мм.



Рис. 9. Гипсоволокнистые листы:
 a — с прямой кромкой; b — с фальцевой кромкой

По форме продольных кромок гипсоволокнистые листы подразделяют на листы с прямой кромкой (ПК), листы с фальцевой кромкой (ФК) (рис. 9).

Технические характеристики гипсоволокнистых листов:

Влажность, %, не более	1,5
Масса 1 м ² , кг	(1,08 — 1,25)·S
Теплопроводность (при плотности 1000...1200 кг/м ³), Вт/(м·К)	0,22–0,36
Коэффициент теплоусвоения, Вт/(м ² ·С), не более	6,2
Коэффициент паропроницаемости, мг/(м·ч·Па)	0,12
Твердость по Бринеллю, МПа, не менее	20
Водопоглощение внешней поверхностью листа ГВЛВ за 1 ч, кг/м ² , не более	1
Удельная эффективная активность радионуклидов, Бк/кг, не более	370

ГВЛ предназначены для внутренней отделки зданий, обладают высокой твердостью и рекомендуются производителями для отделки мансардных помещений, а малоформатные ГВЛ — для устройства сборных оснований для пола.

1.2.3. Гипсокартонные и гипсоволокнистые листы ГИПРОК

В номенклатуре продукции GYPROC (ГИПРОК), выпускаемой компанией «Сен Габен Строительная продукция Рус» и поставляемой на российский рынок строительных материалов, представлены как стандартные, так и специальные изделия (табл. 5), предназначенные для применения на объектах с повышенным требованием к качеству строительных материалов. К таким изделиям относятся обычные плиты, влагостойкие листы, огнестойкие листы, ветрозащитные, окрашенные гипсокартонные листы для потолков с улучшенными акустическими характеристиками. Используемый специальный гибкий гипсовый лист позволяет изготавливать изогнутые конструкции радиусом до 600 мм.

Конец ознакомительного фрагмента.
Приобрести книгу можно
в интернет-магазине
«Электронный универс»
e-Univers.ru