

ЭКОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ применения древесно-плитных и других плитных материалов в строительстве

Введение

1. ДПМ со связующими на основе карбамидо - и феноло-формальдегидных смол

- 1.1 ФАНЕРА (от немецкого «furnier») ГОСТ 3916.1-96
 - 1.2 Древесно-стружечные плиты (ДСП, ДСтП) ГОСТ 10632-89
 - 1.3 Ориентированные стружечные плиты ОСП (Oriented Strand Board – OSB)
 - 1.4 Плиты МДФ (мелкодисперсные фракции) (Medium density fiberboard, MDF)
 - 1.5 Древесно-волокнистые плиты высокой плотности (твердые) (ДВП-Т, ДВП НТ) ГОСТ 4598-86
 - 1.6 ДВП мягкая теплоизоляционная (ДВП-М)
-

2. Древесно-плитные материалы с минеральными связующими

- 2.1 Фиброцементные плиты - фибролит, ГОСТ 19222-84 (fibro - волокно , litho – камень)
 - 2.2 Стружечно-цементные плиты (СЦП)
 - 2.3 Цементно-стружечные плиты – ЦСП. ГОСТ 26816-86
-

3. Неорганические плитные материалы

- 3.1 Листы асбоцементные плоские ГОСТ 118124-95
- 3.2 Стекломагнезитовый лист (Магнезитовая плита).

Введение

Интенсивный рост объемов строительства в России, особенно в области малоэтажного домостроения, вызвал значительный рост потребности в древесно - плитных материалах (ДПМ). Особенно велика потребность в ДПМ для таких типов малоэтажного домостроения, как каркасно-обшивное и панельное, в которых наружные и внутренние стены, черновой пол, потолок, перегородки монтируются из различных ДПМ. Массовое применение ДПМ в малоэтажном домостроении приводит к существенному повышению производительности труда, снижению стоимости дома, сокращает время сборки дома. В то же время повышаются требования к экологическим характеристикам ДПМ, поскольку увеличивается экологическая грамотность населения и стремление массового потребителя малоэтажных домов жить в экологически безопасном жилье.

В связи с этим необходимо отметить, что конкретные знания об экологических характеристиках ДПМ находятся в России на очень низком уровне, и в этом вопросе существует много недостоверной информации, особенно в рекламных проспектах и заказных публикациях. Например, в красочном рекламном проспекте одного крупного производителя древесно-стружечных плит (ДСП) содержится следующая фраза: «ДСП нашего предприятия экологически чистые, потому что они не выделяют фенола...».

Это классический пример обмана потребителей. Почему? Дело в том, что ДСП этого предприятия априори не могут выделять фенол, так как в качестве связующего для ДСП это предприятие использует карбамид - формальдегидную смолу, не содержащую ни одной молекулы фенола. В то же время в течение всего срока эксплуатации ДСП выделяет в воздух формальдегид, который является прямым канцерогеном, и в случае применения ДСП для строительства дома серьезнейший ущерб здоровью обеспечен.

Практически все изготовители ДПМ (равно как и других строительных материалов) заявляют об экологической чистоте своей продукции, не приводя при этом никаких доказательств, или приводят фальшивые аргументы, подобные вышеописанному.

Поскольку массовое применение токсичных, экологически опасных ДПМ в строительстве, безусловно, нанесет серьезный ущерб здоровью миллионов людей, необходимо серьезно и аргументированно рассмотреть эколого-технические характеристики наиболее массовых ДПМ и определить, какие из них можно применять в строительстве, а какие недопустимо.

Чтобы эколого-техническая оценка ДПМ не носила произвольный характер, напомним четыре основных принципа экологической безопасности материалов для жилого дома.

- 1. Химическая безопасность:** материалы не должны выделять в воздух помещений вредные летучие вещества, а концентрация каких-либо летучих веществ в воздухе жилых помещений не должна превышать среднесуточную концентрацию вещества в атмосферном воздухе (ПДК_{сс}).
- 2. Физическая безопасность:** материалы должны обеспечивать в помещении тепловой комфорт в соответствии со СНиП и изменениями к нему по величине допустимых значений коэффициента теплосопrotivления R и коэффициента теплопроводности; материалы не должны электризоваться и накапливать на поверхности заряды статического электричества; материалы не должны экранировать геомагнитное поле земли и излучения из космоса; при ветровых нагрузках материалы не должны быть источником звуковых колебаний на частотах, вредных для здоровья человека; материалы для стен, перегородок и перекрытий должны обладать эффективным звукопоглощением.
- 3. Пожарная безопасность:** Все материалы, применяемые в малоэтажном деревянном доме, должны быть по категории горючести не хуже Г2, а стропильная система и перекрытия – Г1 со временем сохранения конструкционной прочности при пожаре R60.
- 4. Биологическая безопасность:** все материалы, применяемые в доме, должны быть обработаны нетоксичными для человека антисептиками, не выделяющими в воздух помещений никаких вредных веществ.
Здесь необходимо пояснить, что каждый материал, применяемый в доме, должен соответствовать всем вышеуказанным требованиям одновременно. Только в этом случае жильцам дома может быть гарантировано безопасное проживание, как в обычных условиях эксплуатации помещений, так и в экстремальных ситуациях.

Вторая важнейшая группа показателей ДПМ относится к их технико-эксплуатационным характеристикам и технологичности использования в строительстве. К таким показателям относятся значения модуля на изгиб, стойкость к расслоению, разбуханию при увлажнении, изменение модуля на изгиб во влажном состоянии, стойкость к механическому креплению, хрупкость и т.д.

Без достижения удовлетворительных показателей этого типа даже экологически безопасный материал не будет иметь шансов на массовое применение в строительстве.

В связи с изложенным все рассматриваемые в настоящей статье ДПМ будут подвергнуты сравнительному анализу прежде всего с эколого-технической точки зрения.

Представляется также целесообразным провести сравнительную оценку ДПМ в исторической последовательности по мере их разработки и выхода на мировой рынок.

1. ДПМ со связующими на основе карбамидо - и феноло-формальдегидных смол

1.1. ФАНЕРА (от немецкого «furnier») ГОСТ 3916.1-96

Массовое изготовление в мировой промышленности началось с конца 20-х – начала 30-х годов 20 века после начала промышленного производства карбамидоформальдегидных смол в 1927 году в США. В СССР промышленное производство фанеры началось в 30-е годы 20 века и сыграло в свое время большую роль не только в строительстве, но и в автомобильной промышленности (кабины грузовиков) и в авиационной промышленности (крылья и корпуса самолетов-истребителей из бакелитовой фанеры).

В настоящее время производство фанеры в России возрождается после спада в 80-х-90-х гг. Основной объём фанеры в России представлен многослойной фанерой из лущеного шпона, получаемой путем горячего прессования пакета березового шпона, обработанного предварительно клеями на основе карбамидоформальдегидных и фенолоформальдегидных смол.

Фанера представляет собой многослойные клееные древесные пластины, состоящие из трех и более листов лущеного шпона. Обычная форма листов квадратная или прямоугольная с наибольшим размером до 1830 мм. Фанера толщиной до 8 мм считается тонкой, 8-12 мм – средней. Все что толще – фанера большой толщины. Это деление, конечно, условное, ориентировочное. Направление волокон в листах смежных слоев – взаимно перпендикулярное, что придает пластинам прочность.

В зависимости от толщины и свойств фанеру можно рассматривать как конструкционный материал и как материал для отделки.

В качестве конструкционного материала применяют фанеру повышенной толщины и водостойкости, а также бакелизованную, способную выдержать значительные механические и температурно-влажностные нагрузки.

На отделку идет декоративная фанера и фанера, облицованная строганным шпоном с прозрачным и непрозрачным покрытием. Фанера считается изготовленной из той древесины, из шпона которой изготовлены наружные слои.

Наиболее распространенным сырьем является древесина лиственных пород : березы, ольхи, клена, бука, осины, тополя, липы. Для внутренних слоев применяют и хвойные породы.

Превращение березового баланса в фанеру происходит по достаточно простой технологии. Поступающие на завод бревна режутся в размер и распариваются несколько часов в водных ваннах при температуре 40-80С в зависимости от времени года. В пропаренном состоянии

березовый чурак лущится в гладкую теплую чуть влажную ленту шпона. Она проглаживается в валках и сушится на транспортере в горячей печи.

Следующий этап – склеивание листов. На наружные, более качественные листы, называемые рубашками, клей не наносится. Зато внутренние листы шпона пропускаются через валки с клеем и промазываются с двух сторон. Количество листов в пакете зависит от требуемой толщины фанеры. Они укладываются с соблюдением условия взаимной перпендикулярности слоев.

Клеи изготавливают на основе карбамидоформальдегидных и фенолформальдегидных смол с добавлением отвердителя. После прессования слоеного «пирога» из промазанных клеем листов при высокой температуре смола отверждается и приобретает новые качества: не растворяется в воде, не размягчается и при этом скрепляет листы между собой.

Существует деление клеевых соединений на четыре группы по водостойкости. Неводостойкие разрушаются при намокании. Водостойкие выдерживают воздействие холодной воды. Соединения со средней водостойкостью способны противостоять действию горячей воды в течение часа. Если клей выдерживает воздействие горячей водой в течение 3 часов, то это соединение высокой водостойкости.

Затем фанера обрезается в размер 1525x1525 мм и упаковывается в соответствии с желанием заказчика.

Сорт фанеры зависит и от сорта шпона наружных слоев. Сорт Е (элита) означает отсутствие видимых пороков и дефектов, сорт 1 допускает их в количестве трех, а сорт 2 и 3 соответственно в количестве шести и десяти. Сорт 4 не ограничен количеством пороков. Характер и размеры допустимых пороков и дефектов приводятся в ГОСТ 3916.1-96.

Клееная фанера из березового, ольхового, соснового шпона применяется в строительстве, мебельном производстве, судостроении, вагоностроении и т.д. По объёму производства клееная фанера является самым распространенным материалом этой категории.

Фанера считается изготовленной из той древесины, из которой изготовлены ее наружные слои. Фанеру, изготовленную из древесины одной или нескольких пород, подразделяют соответственно на однородную и комбинированную. В строительстве чаще всего используются три вида фанеры: клееная, бакелизированная (повышенной водостойкости) и декоративная.

Клееная фанера, в свою очередь, также бывает повышенной влагостойкости – марки ФСБ, а также средней марок ФК и ФБА и ограниченной – марки ФБ. Клееную фанеру марки ФСБ применяют для обшивки наружных частей дома, защитив ее от увлажнения масляной краской. Фанеру марок ФК и ФБА, а также фанеру ФБ используют только внутри помещений с нормальной влажностью. Используется фанера и как многоразовая опалубка при заливке бетона в строительстве, в авто-, судостроении и вагоностроении.

Бакелизованную фанеру, склеенную из листов лущеного шпона с нанесением фенолоформальдегидной спирторастворимой смолы, выпускают трех марок: БФС, БФВ-1, и БФВ-2. У этой фанеры наружные листы пропитаны бакелитовыми смолами, ими же они и склеены. Применяют эту фанеру там же, где и клееную, но поверхность ее окрашивать не обязательно. Применяется она и для изготовления конструкций в машиностроении, автомобилестроении, строительстве и судостроении, которые работают под воздействием атмосферы, а также в изделиях, эксплуатируемых в условиях тропического климата.

Декоративная фанера облицована с одной стороны или с двух сторон фактурной пленкой или бумагой. Применяют ее для внутренней отделки стен, перегородок, встроенной мебели.

По наиболее свежим данным сравнительные технические характеристики наиболее массовой фанеры из березового лущеного шпона выглядит следующим образом.

Сравнительные технические и технологические характеристики фанеры по сравнению с ДПМ массового изготовления (по 5-ти балльной шкале)

Характеристика	Пяти балльная оценка				
	фанера	МДФ	ДСП	OSB	ЦСП
Прочность на изгиб	4	2	3	4	4
Модуль упругости	4	1	3	4	4
Наружное применение	3	1	2	3	5
Стабильность размеров	3	2	3	3	4
Объёмная масса	3	2	2	3	2
Технологичность обработки	4	3	4	5	5
Дефекты (расслоение, сучки, пустоты)	3	5	4	5	5
Облицовка	3	5	5	3	5
Окраска	3	5	3	2	4
Средний балл	3,0	2,6	2,9	3,2	3,8

Из приведенных данных видно, что по комплексу технических и технологических характеристик фанера превосходит плиты МДФ и ДСП, лишь немного уступает OSB и заметно уступает лишь плитам ЦСП, т.е. в технологическом плане вполне конкурентно-способна.

Что же представляют собой фанеры разных типов с точки зрения экологической безопасности помещений жилого дома и транспортных средств?

Рассмотрим вопрос химической безопасности фанер.

Все фанеры с карбамидоформальдегидным связующим выделяют в воздух помещений формальдегид CH_2O и метанол CH_3OH . Формальдегид является канцерогенным веществом и в этом качестве внесен в список канцерогенов Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) при ООН. Метанол также относится к высокотоксичным веществам.

Достаточно широко известно, что по европейским стандартам ДПМ с формальдегид-содержащими связующими по содержанию формальдегида в мг/100г делятся на три категории: E0 – 6 и менее мг/100г; E1 - от 9 до 7 мг/100г; E2 – от 10 до 20 мг/100г. Лучшие виды фанер, выпускаемых в Российской Федерации, соответствуют всего лишь классу E2. В странах Восточной и Западной Европы выпускаются фанеры класса E1, получаемые за счет применения КФ-смола с резко пониженным содержанием формальдегида и метанола. Однако для широкого применения в строительстве не подходит ни фанера E1, ни E2. Причины здесь две:

1. Отвержденные КФ - смолы, независимо ни от каких обстоятельств, постоянно отщепляют формальдегид, и уровень его выделения в воздух помещений повышается при повышении температуры и влажности.
2. В России официально установлено значение ПДКсс для формальдегида, равное 0,003 мг/м³ воздуха – это самое жесткое ПДКсс в мире, что вызвано доказанной канцерогенностью формальдегида. В силу этого любая фанера, использованная для чернового пола или отделки стен,

потолков, будет создавать в помещении концентрацию формальдегида в 10 и более раз превышающую 0,003 мг/м³.

Для того чтобы вернуть фанеру как отделочный материал в строительство жилья, необходим целый ряд серьёзных мер по улучшению качества смолы и введение в состав клеев компонентов, активно поглощающих (необратимо) формальдегид весь срок эксплуатации фанеры, т.е. осуществить комплекс технологических и композиционных нововведений, сводящихся к радикальной детоксикации фанеры.

Что же касается бакелитовых фанер вышеуказанных марок, то они еще более токсичны, чем фанеры на основе карбамидоформальдегидных связующих, так как помимо формальдегида и метанола выделяют в воздух высокотоксичный фенол, для которого ПДК_{сс} для атмосферного воздуха равно 0,003 мг/м³. Наличие в воздухе помещений одновременно формальдегида, метанола и фенола превращает помещение в настоящую камеру по отравлению людей.

Применение бакелизованных фанер для внешней отделки деревянных домов также не несет ничего хорошего, так как пары вышеуказанных ядовитых веществ активно проникают в помещение за счет диффузии через ограждающую конструкцию и через форточки, окна, кондиционеры, двери и т.д. Радикально снизить уровень выделения вредных летучих паров из фанер можно как за счет введения в клеевую композицию детоксикантов, так и за счет обработки поверхности фанер грунтовкой. Подавляющая масса производимой в РФ фанеры относится к категории горючести Г4, т.е. относится к полностью сгораемым материалам.

Только одно предприятие в РФ выпускает трудногорючую фанеру класса Г2, применяемую в вагоно- и судостроении. Согласно приведенным в начале статьи принципам экологической безопасности строительных материалов и жилья в целом, применение материалов класса горючести Г4 в жилье не допустимо. В то же время введение в состав клеев для фанеры эффективных отечественных антипиренов (одновременно являющихся детоксикантами), а также обработка шпона после выравнивающих вальцов водными растворами высокоэффективных и нетоксичных антипиренов, позволяет с небольшими изменениями технологии получать фанеру класса горючести Г2 и, при желании, Г1 с одновременным многократным снижением уровня выделения формальдегида.

В настоящее время в России выпускается около 2 млн. м³ фанеры, из которых 65-70% идет на экспорт. В общем мировом производстве фанеры доля России составляет примерно 4%. Однако за последние 3 года объём экспорта российской фанеры в США и, особенно в западную Европу стал заметно сокращаться из-за высокой токсичности и несоответствия стандарту E1. В первую очередь это коснулось высокотоксичных фанер типа ФСР, от которых западные потребители отказываются. При этом важно и интересно отметить, что Российские предприятия несут серьезные убытки от сокращения или невозможности экспорта фанеры (равно как и ДСП и МДФ), но не желают вкладывать, ни рубля в работы по созданию малотоксичных древесноплитных материалов класса E1 и E0.

1.2. Древесно-стружечные плиты (ДСП, ДСтП) ГОСТ 10632-89

Древесно-стружечные плиты (ДСП) впервые стали производиться в Германии в конце 30-х годов 20 века, а побудительной причиной разработки и организации промышленного производства стала потребность в рациональном использовании отходов деревообработки, тонкомера, низкосортной древесины.

В СССР первое производство ДСП было организовано в 1955 г, а массовое производство на импортном оборудовании – с 1957 г. Через 50 лет в 2007 г., объём производства ДСП в России составил немногим более 5 млн.м³. При современном оборудовании в принципе возможно

производство ДСП толщиной от 8 до 40мм, но преобладающий объем составляют ДСП толщиной от 13 до 26 мм.

По физико-механическим показателям, в зависимости от марки ДСП и толщины, имеется следующий диапазон значений:

Физико-механические показатели ДСП

Прочность при сдвиге, МПа	от 10 до 22
Прочность на отрыв поперек пластин, МПа	от 0,20 до 0,80
Разбухание по толщине за 24 часа, %	от 8 до 16
Модуль упругости при статическом изгибе, МПа	1700-4000
Ударная вязкость, Дж/м ²	4000-8000
Твердость, МПа	от 20 до 40

По структуре плиты подразделяются следующим образом:

- по конструкции - однослойные, трехслойные и многослойные;
- по физико-механическим показателям – на марки П-А и П-Б;
- по качеству поверхности – на I и II сорта;
- по виду поверхности – с обычной и мелкоструктурной (М) поверхностью;
- по степени обработки поверхности – на шлифованные (Ш) и нешлифованные;
- по гидрофобным свойствам – с обычной и повышенной (В) водостойкостью;
- по содержанию формальдегида – на классы эмиссии E0, E1, E2.

По показателям прочности и жесткости древесностружечные плиты приближаются к древесине хвойных пород.

Плиты выпускаются малой плотности - менее 550 кг/м³, средней - 550-750 кг/м³ и высокой - более 750 кг/м³.

По виду используемых частиц плиты могут быть из специально заготовленных древесных частиц, из стружки, из опилок. Плиты с мелкоструктурной и шлифованной поверхностью пригодны для облицовывания пленочными и полимерными материалами.

Размеры плит должны соответствовать размерам, указанным в таблице.

Параметры	Значения параметров, мм	Предельные отклонение, мм
Толщина	От 8 до 28 с градацией 1 (для шлифованных)	± 0,3
Длина	1830, 2040, 2440; 2500, 2600, 2700, 2750, 2840, 3220, 3500, 3600, 3660, 3690, 3750, 4100, 5200, 5500, 5680	± 5
Ширина	1220, 1250, 1500, 1750, 1800, 1830, 2135, 2440, 2500	± 5

Примечания:

1. Толщина нешлифованных плит устанавливается как сумма номинального значения толщины

шлифованной плиты и припуска на шлифование, который не должен быть более 1,5 мм.

2. Допускается выпускать плиты размерами меньше основных на 200 мм с градацией 25 мм, в количестве не более 5% от партии.

3. По согласованию с потребителем допускается выпускать плиты форматов, не установленных в табл. 2.

Отклонение от прямолинейности кромок не должно быть более 2 мм.

Отклонение от перпендикулярности кромок плит не должно быть более 2 мм на 1000 мм длины кромки. Перпендикулярность кромок может определяться разностью длин диагоналей пласти, которая не должна быть более 0,2 % длины плиты.

В условиях эксплуатации количество химических веществ, выделяемых плитами, не должно превышать в окружающей среде допустимых концентраций, утвержденных органами санитарно-эпидемиологического надзора для атмосферного воздуха

Качество поверхности плит должно соответствовать нормам, указанным в таблице.

Дефекты по ГОСТ 27935	Норма для плит шлифованных, сортов:		нешлифованных, сортов:	
	I	II	I	II
Углубления (выступы) или царапины на пласти	Не допускаются	Допускаются на 1 м ² поверхности плиты не более двух углублений диаметром до 20 мм и глубиной до 0,3 мм, или двух царапин длиной до 200 мм	Допускаются на площади не более 5% поверхности плиты, глубиной (высотой), мм, не более: 0,5 0,8	
Парафиновые и масляные пятна, а также пятна от связующего	Не допускаются	Допускаются на 1 м ² поверхности плиты пятна площадью не более 1 см ² в количестве 2 шт.	Допускаются на площади не более 2% поверхности плиты	
Пылесмоляные пятна	Не допускаются	Допускаются на площади не более 2% поверхности плиты	Допускаются	
Сколы кромок	Не допускаются (единичные глубиной по пласти 3 мм и менее протяженностью по кромке 15 мм и менее не учитываются)	Допускаются в пределах отклонений по длине (ширине) плиты		
Выкрашивание углов	Не допускается (длиной по кромке 3 мм и менее не учитываются)	Допускается в пределах отклонений по длине (ширине) плиты		

Отдельные включения частиц коры на пласти плиты размером, мм, не более	Не допускаются	Допускаются площадью не более 10 % площади каждой пласти	Не определяют
	3	10	3 10
Отдельные включения крупной стружки: для плит с мелкоструктурной поверхностью	Допускаются в количестве 5 шт. на 1 м ² пласти	Допускаются в количестве 5 шт. на 1 м ² пласти	плиты размером, мм:
	10 – 15	16 – 35	10 – 15 16 – 35
для плит с обычной поверхностью	Не определяют		
Посторонние включения	Не допускаются		

Примечание: допускается для плит с обычной поверхностью не более 5 шт. отдельных включений частиц коры на 1 м² пласти плиты размером, мм: для I сорта более 3 до 10; для II сорта – более 10 до 15.

В зависимости от содержания формальдегида плиты изготавливают трех классов эмиссии, указанных в таблице.

Класс эмиссии формальдегида	Содержание формальдегида, мг на 100 г абсолютно сухой плиты
E0	до 6 и ниже
E1	9 и ниже
E2	от 10 до 22

В условном обозначении плит указывают: марку, сорт, вид поверхности (для плит с мелкоструктурной поверхностью), степень обработки поверхности (для шлифованных плит), гидрофобные свойства (для плит повышенной водостойкости), класс эмиссии формальдегида, длину, ширину и толщину в миллиметрах, обозначение настоящего стандарта.

Примеры условных обозначений плит марки П-А первого сорта с мелкоструктурной поверхностью шлифованных класса эмиссии E1 размерами 3500x1750x15 мм: П-А, I, М, Ш, E1, 3500x1750x15, ГОСТ 10632 – 89;

То же, плит марки П-Б второго сорта с обычной поверхностью, нешлифованных, класса эмиссии E2, размерами 3500x1750x16 мм: П-Б, II, E2, 3500x1750x16, ГОСТ 10632 – 89.

На кромку плиты наносят в виде четкого штампа темным красителем маркировку, содержащую: наименование и (или) товарный знак предприятия-изготовителя, марку, сорт, вид поверхности и класс эмиссии, дату изготовления и номер смены.

Плиты, предназначенные для использования в районах Крайнего Севера и приравненных к ним районах, упаковывают по ГОСТ 15846.

Плиты перевозят всеми видами транспорта в соответствии с Правилами перевозки грузов, действующими для данного вида транспорта, и техническими условиями погрузки и крепления грузов МПС с обязательным предохранением их от атмосферных осадков и механических

повреждений.

Плиты хранят в закрытых помещениях в горизонтальном положении в штабелях высотой до 4,5 м, состоящих из стоп или пакетов, разделенных брусками-прокладками толщиной и шириной не менее 80 мм и длиной не менее ширины плиты или поддонами.

Технология производства ДСП включает следующие стадии:

1. Подготовка и распиловка круглого леса;
2. Высокоскоростное изготовление щепы;
3. Сортировка щепы;
4. Подача щепы в смеситель, например, барабанного типа;
5. Осмоление щепы карбамидо - феноло - или меламинаформальдегидной смолой;
6. Введение в смеситель водного раствора отвердителя для смолы и специальных добавок;
7. Формирование «ковра» из осмоленной стружки;
8. Термопрессование набранных «ковров» на многоэтажном прессе при температуре 165-175°C в течение 5-7 мин.;
9. Охлаждение и выгрузка плит;
10. Упаковка готовых плит и складирование.

Рассмотрим в заключение этого раздела вопрос о соответствии ДСП требованиям экологической безопасности для материалов, применяемых в жилищном строительстве.

1. Химическая безопасность:

Ни одна из разновидностей ДСП, изготавливаемых в России, не соответствует требованиям химической безопасности-прежде всего из-за постоянного в течение всего времени эксплуатации, выделения в воздух помещений формальдегида. Даже при использовании ДСП класса E1, превышение концентрации формальдегида в воздухе помещений будет многократным по сравнению с ПДКсс в России 0,003 мг/м³. Именно по этой причине МИНЗДРАВ СССР в конце 80-х годов 20 века официально запретил использование ДСП (а также фанеры) в жилищном строительстве.

2. Физическая безопасность:

Никаких претензий к ДСП с точки зрения физической безопасности не имеется.

3. Биологическая безопасность:

В сухих помещениях ДСП соответствует критерию биологической безопасности. В помещениях с повышенной влажностью могут появляться грибковые образования.

4. Пожарная безопасность:

Подавляющая часть выпускаемых в России ДСП относятся по горючести к классу Г4, и без специальной противопожарной обработки не могут быть использованы в жилищном строительстве. Таким образом, по двум важнейшим критериям экологической безопасности – химической и пожарной, российские ДСП не могут быть использованы в жилищном строительстве. Для серьезной реабилитации всех разновидностей ДСП необходимо:

1. Вводить в состав ДСП детоксиканты, необратимо поглощающие формальдегид в течение всего срока эксплуатации со скоростью, превышающей скорость отщепления формальдегида от отвержденной карбамидоформальдегидной смолы.
2. Вводить в состав ДСП эффективные антипирены постоянного действия.
3. При строительстве жилых помещений обрабатывать внутреннюю поверхность ДСП детоксицирующей и огнезащитной грунтовкой, снижающей как минимум в 10 раз уровень

выделения в воздух формальдегида и полностью поглощающей фенол. Обработанная ДСП переходит по горючести из класса Г4 в класс Г1.

1.3. Ориентированные стружечные плиты ОСП (Oriented Strand Board – OSB)

Плиты OSB существенно отличаются от плит ДСП, прежде всего размером и порядком укладки стружки (щепы) в стружечном «ковре» перед прессованием.

Диапазоны размеров стружки (щепы) для OSB составляют:
Длина 75-150 мм, ширина 10-25 мм, толщина 0,50-0,75 мм.

Осмоленная щепка с указанными параметрами при помощи специальных шнековых укладчиков раскладывается так, что в верхнем слое щепка располагается вдоль длины плиты, в среднем слое – поперек и в нижнем слое снова вдоль длины плиты. Набранный таким образом ковер подвергается горячему прессованию при температурах 165-175 °С в многоэтажных прессах. Принцип укладки щепы в плитах OSB полностью аналогичен принципу укладки фанеры, однако производительность процесса значительно выше в технологии, а также значительно больший выбор исходного древесного сырья.

Прочность при изгибе плит OSB со средней плотностью 685 кг/м³ составляет около 45 МПа (прочность фанеры аналогичной плотности составляет в среднем 57 МПа)

Начало производства плит относится к 1978г. (США), а к 2000г. в США производство плит OSB по объёму сравнялось с производством фанеры.

В последние годы процесс производства плит OSB значительно усовершенствовались, и производительность труда еще больше увеличилась, за счет замены периодического процесса горячего прессования на непрерывный процесс с использованием ленточных процессов. В кратком виде современный процесс получения плит OSB выглядит следующим образом.

Современная технология производства плит OSB

В качестве основного сырья для изготовления плит OSB используется круглый лес сосны (*Pinus Silvestris*). Окорка круглого леса осуществляется вне производственных цехов с помощью окорочного барабана фирмы "Pallman", в котором можно обрабатывать стволы длиной до 2,5 м. Окоренные стволы направляются в цех на стружечные станки фирмы "Pallman" с ножевыми кольцами.

Стружка для наружного слоя изготавливается длиной 100 мм, толщиной 0,6мм и шириной 20мм, и для внутреннего слоя - шириной 15 мм. По ленточному транспортёру, длиной 250м, стружка направляется к бункеру сырой стружки для промежуточного хранения. Барабанная сушилка ("Shenkman & Piel") нагревается прямым нагревом с помощью горячего воздуха, который вырабатывается на газомасляной горелке. Испарительная мощность сушилки составляет 28 тонн/час. Два параллельных сита "Hombak" барабанного типа отделяют полезное сырьё от мелких фракций. На выходе из сепаратора более широкая стружка для наружного слоя отделяется от более узкой стружки для внутреннего слоя с помощью простого двухходового распределителя. Затем в одном смесителе для внутреннего слоя и двух смесителях для наружного слоя происходит нанесение клея.

При изготовлении плит OSB2 процентное содержание клея составляет 11% (относительно абсолютно сухого веса стружки) для стружки наружного слоя и 2% для стружки внутреннего слоя. Причем для наружного слоя используется клеевая смесь на основе карбамидной или меламиновой смол, а для стружки внутреннего слоя - фенол-дифенил - метан-диизоцианатный клей PMDI. Для соблюдения требований норм для плит OSB3 для стружки наружного слоя используется смесительный конденсат MUPF (13- 14%), а для внутреннего слоя - клей PMDI (4%). Формирующая станция имеет 2 насыпные головки с дисковыми вальцами для наружного слоя и 1

насыпную головку с камерными вальцами для внутреннего слоя. Максимальная ширина насыпки составляет 2,93 м. Прибор-металлоискатель соединен с управляющей заслонкой ошибочной насыпки. Первый в Европе пресс непрерывного действия фирмы "ДИФФЕНБАХЕР", для производства плит OSB, имеет длину 34 м с возможностью удлинения на 10м. Ширина стальной ленты – 3 м., толщина – 3 мм. Стальные ленты нагреваются котлом мощностью 8 MW с помощью термомасла до температуры 220°C. В передней зоне уплотнения давление прессования достигает 5 N/мм². Расчётное время отвердения составляет 9 секунд на каждый миллиметр толщины плиты. Плиты изготавливаются толщиной от 6 до 40 мм. Пыль и отработавший пар после пресса удаляются вентилятором влажным способом. Участок транспортировки "сырых" плит начинается на установке раскроя на базовый размер плиты (от 3 м до 6,3 м). После прохождения устройства распознавания расслоений, плиты направляются на два веерных охладителя, установленных последовательно друг за другом. После охлаждения плиты укладываются в штабели. Поперечные транспортеры направляют плиты на участок разборки штабелей. Затем 5-пильными агрегатами осуществляется продольный и поперечный раскрой плит на 4 плиты необходимой длины и ширины.

**Свойства плит OSB согласно норме EN 300.
Основные технические требования на плиты OSB типа OSB2, OSB3, OSB4:**

Параметры	Метод испытания	Требование
Отклонение от номинальных размеров	длина	EN 324-1 + 3 мм
	ширина	EN 324-1 + 3 мм
	толщина	EN 324-1 + 0,8 мм
Отклонение	Прямолинейность бок. поверхности	EN 324-2 1,5 мм/м
	Прямоугольность углов	EN 324-2 2мм/м
Устойчивая влажность	EN 322	2-12%
	EN 323	+ 15%
Отклонение плотности	Содержание формальдегида (перфор.метод)	EN 120 класс эмиссии E1 макс.8мг/100г

Технические требования на плиты OSB типа OSB2, OSB3:

Параметры	Метод испытания	Толщина				
		6-10мм	>10-<18мм	18-25мм	>25-<32мм	
плотность при изгибе	главная ось	EN 310 22 МПа	20 МПа	18 МПа	16 МПа	
	малая ось	EN 310 11 МПа	10 МПа	9 МПа	8 МПа	
модуль упругости при изгибе	главная ось	EN 310 3500 МПа				
	малая ось	EN 310 1400 МПа				
расслоение		EN 319	0,34МП а	0,32МППа	0,30МППа	0,29Мпа
	после варочн. Теста	EN 1087-1	0,15МП а	0,13МППа	0,12МППа	0,06МППа
	после циклич.	EN 321	0,18МП	0,15МППа	0,13МППа	0,10МППа

Испытаний		а				
прочность при изгибе после циклич.испытаний	главная ось (только OSB/3)	EN 321	9МПа	8МПа	7МПа	6МПа
разбухание	OSB/2	EN 317	20%			
	OSB/3	EN 322	15%			

Технические требования на плиты OSB типа OSB4:

Параметры	Метод испытания	Толщина				
		6-10 мм	>10-<18мм	18-25мм	>25-<32мм	
плотность при изгибе	главная ось	EN 310	30 МПа	28 МПа	26 МПа	24 МПа
	малая ось	EN 310	16 МПа	15 МПа	14 МПа	13 МПа
модуль упругости при изгибе	главная ось	EN 310	4800 МПа			
	малая ось	EN 310	1900 МПа			
расслоение		EN 319	0,50МПа	0,45МПа	0,40МПа	0,35МПа
	после варочн. теста	EN 1087-1	0,15МПа	0,13МПа	0,12МПа	0,06МПа
	после циклич. испытаний	EN 321	0,21МПа	0,17МПа	0,15МПа	0,10МПа
прочность при изгибе после циклич.испытаний	главная ось (только OSB/3)	EN 321	15МПа	14МПа	13МПа	6МПа
разбухание	OSB4	EN 317	12%			

За последние три года в рекламно-технических публикациях посвященных плитам OSB, участилось упоминание так называемых водостойких OSB, к которым относятся OSB3 и OSB4, обладающие большей прочностью и водостойкостью по сравнению с плитами OSB1 и OSB2. Авторы многих публикаций наибольшее внимание уделяют OSB3, которые сочетают высокую прочность, водостойкость (% разбухания в воде за 24 часа) и приемлемую цену. Некоторые авторы прогнозируют бурное развитие производства OSB3. Критический анализ этих публикаций показывает следующее:

1) Не понятно, для чего OSB высокая водостойкость? Ведь плиты OSB не предназначены для изготовления лодок, яхт, причалов и т.п. Более того, при использовании в строительстве плиты OSB не подвергаются прямому воздействию погодных факторов и всегда закрываются тем или иным финишным материалом, который и должен обладать очень высокой водостойкостью. Что же касается использования OSB в производстве мебели, то мебель эксплуатируется не в водной, а в воздушной среде.

2) Из публикаций, посвященных плитам OSB3 и OSB4 выяснилось, что повышенные прочность и влагостойкость достигаются за счет химико-технологического приема 60-летней давности, а именно путем замены в связующем части карбамидо-формальдегидной смолы на феноло-формальдегидную и меламино-формальдегидную, а также за счет использования смол смешанного состава, например феноло-меламино-карбамидо-формальдегидную смолу. В

результате этого к выделениям формальдегида из плит OSB1 и OSB2 добавляются выделения фенола – высокотоксичного вещества, для которого в России установлена величина ПДКСС равная 0,003 мг/м³.

3) Важно также отметить, что «водостойкая» и токсичная плита OSB3 имеет разбухание по толщине после выдержки в воде 24 часа 20%, а нетоксичная ЦСП марки ЦСП1 имеет разбухание по толщине после выдержки в воде 24 часа 2% и при этом не называется «водостойкой». С точки зрения экологической безопасности основная масса плит OSB не проходит в России как материал для жилищного строительства по тем же причинам, что и плиты ДСП, а именно, плиты OSB не соответствуют критериям химической безопасности и критериям пожарной безопасности.

Несоответствие критерию химической безопасности плит OSB отражено в нижеприводимых официальных заключениях различных контрольных органов Российской Федерации (см. копии документов стр. 5-9).

Из приведенных документов видно, например, что при 20С образец ОСП(OSB) создает в воздухе испытательной камеры в условиях, моделирующих эксплуатационные, концентрацию формальдегида 0,087 мг/м³, что в 29 раз выше ПДКсс (0,003 мг/м³), при 40С концентрация формальдегида в воздухе достигает 0,230 мг/м³, что в 76,6 раз выше ПДКсс. (см. Протокол 1). Здесь уместно рассеять широко распространенное, но не на чем не основанное убеждение, что покрытие древесно-плитных материалов, выделяющих формальдегид, метанол, фенол приводит к снижению уровней выделений вредных веществ. На самом деле это не так. Дело в том что интенсивность выделений вредных веществ из плитных материалов определяется величиной диффузионной проницаемости поверхностного слоя материалов “Р”, а значение “Р” для поверхностных слоев плитных материалов и отделочных материалов отличается очень мало. Здесь уместно напомнить, что даже такой трудно проницаемый материал, как железобетон, пропустил через свою толщу и формальдегид и фенол, что вызвало массовое отравление жильцов в так называемых «фенольных» домах в Москве, в которых полые железобетонные панели были утеплены минераловатными плитами с фенол-формальдегидным связующим.

По горючести плиты OSB относятся к категории Г4, т.е. полностью сгораемые. В связи с этим понятно, почему в многочисленных рекламных и рекламно-технических проспектах и статьях ничего не говорится о горючести OSB, в то время как показатели пожарной опасности материалов и конструкций являются важнейшими характеристиками экологической безопасности домов.

Таким образом, выпускаемые в настоящее время плиты OSB, неприемлемы для строительства по критериям химической и пожарной опасности.

В связи с этим уместно отметить, что некоторые фирмы, рассчитывающие продавать плиты OSB на российском рынке и знающие о жестком ПДКсс** для формальдегида в России, пошли на следующее ухищрение: они стали использовать в качестве связующего жидкие смолы – продукт конденсации Бис-фенолов с дифенилметан-диизоцианатом (фенол-дифенил-метандиизоцианатный клей PMDI) и в проспектах пишут, что «наши плиты OSB не содержат формальдегида».

При этом не упоминается, что фенол-диизоцианатные связующие после отверждения выделяют фенол и органический растворитель, а при горении выделяют набор высокотоксичных веществ, включая синильную кислоту.

Приведенные факты показывают, что до настоящего времени ни одна из фирм, производящих ДПМ с синтетическими связующими, не ведет серьезных работ по радикальному снижению токсичности и горючести своей продукции.

****** В связи с этим уместно кратко разъяснить смысл и содержание аббревиатуры ПДКСС. Полное наименование ПДКсс - предельно-допустимая концентрация вредного вещества в атмосферном воздухе, выражаемая в мг/м³. Воздух жилых помещений с позиции гигиены и токсикологии приравнивается к атмосферному воздуху. Конкретные значения ПДКСС устанавливаются специалистами по воздушной гигиене путем длительных токсикологических экспериментов над подопытными животными. Продолжительность таких экспериментов от 1 до 3 лет, причем в ходе экспериментов в затравочную камеру с подопытными животными подается воздух, специально загрязненный парами исследуемого вещества. Ступенчато снижая концентрации вещества в воздухе, гигиенисты и токсикологи определяют такую концентрацию вещества в воздухе, которая при длительном воздействии не оказывает практически никакого влияния на организм подопытных животных. Зафиксированная концентрация делится затем на коэффициент запаса, а полученная таким образом величина ПДКСС рассматривается и утверждается высшими санитарными органами, публикуется в специальных сборниках министерства здравоохранения и становится законом для страны. Таким образом, ПДКСС любого вещества в атмосферном воздухе это такая концентрация вещества в атмосферном воздухе, которая при неопределенно долгом воздействии не оказывает никакого влияния на организм человека. Для веществ канцерогенных, таких, как формальдегид, ПДКСС носит особый жесткий характер, а именно 0,003мг/м³. На практике при оценке химической опасности материалов их помещают в испытательные камеры через которые прокачивают очищенный воздух, а на выходе из камеры загрязненный вредными веществами воздух проходит через специальные концентраторы, в которых вредные вещества задерживаются, а объем прокаченного воздуха фиксируется. Затем собранные в концентраторе вредные вещества количественно определяются аналитическими методами и результат выражается в миллиграммах вредных веществ и это значение делится на объем прокаченного через камеру воздуха.

1.4. Плиты МДФ (мелкодисперсные фракции) (Medium density fiberboard, MDF)

Основной исходный компонент для производства плит МДФ древесное волокно, получаемое путем размола на мельницах-дефибраторах распаренной технологической щепы (ГОСТ 15815-83.9). На первой стадии процесса получают грубое древесное волокно, которое подвергают затем повторному размолу с получением тонкого древесного волокна. Готовое древесное волокно подается затем при помощи сжатого воздуха в пневмопровод, где происходит опыление волокна сначала парафиновой эмульсией, а затем водным раствором карбамидоформальдегидной смолы и в заключение водным раствором кислотного отвердителя, например 20% раствором хлористого аммония (NH₄CL).

Распыление всех упомянутых компонентов происходит в противоток древесному волокну. Обработанное древесное волокно поступает затем в накопительный бункер, откуда поступает на формовочную линию, где происходит формирование первичного «ковра», который затем поджимается по ходу линии валками до нужной толщины и в заключение на горячих ленточно-валковых прессах происходит окончательное уплотнение массы и отверждение связующего.

Охлажденная плита режется затем на нужные размеры.

Ниже в таблице приводятся сравнительные физико-механические характеристики плит МДФ и ДСП.

Сравнительные физико-механические показатели МДФ и ДСП.

Наименование показателя	Норма	Норма
-------------------------	-------	-------

	МДФ	ДСП
Плотность кг/м ³ , не более	850 -950	700-750
Разбухание по толщине за 24ч.,% не более	20-30	22-23
Предел прочности при статическом изгибе, МПа, не менее	30-36	14-16
Предел прочности при растяжении перпендикулярно панели, МПа, не менее	0,4	0,3
Влажность, %	6 +3	6 +1

Преимущества плит МДФ по сравнению с плитами ДСП.

Плиты МДФ являются главным конкурентом ДСП, по сравнению, с которыми обладают рядом преимуществ:

- меньший процент разбухания в воде;
- лучшие показатели прочности;
- больший выход готовой продукции по отношению к исходному сырью;
- плиты МДФ производят различных размеров и плотности, что позволяет получать плиты с заранее заданными свойствами;
- в отличие от других древесных плит, однородность и ровное распределение волокон по всей толщине позволяет проводить машинную обработку на лицевой поверхности и на краях без повреждения плиты;
- гладкая, плотная поверхность МДФ без сучков и текстуры облегчает процесс отделки, например, ламинирование или непосредственное нанесение рисунка.

Первоначально плиты МДФ использовались в качестве элементов мебели, однако со временем произошло расширение областей применения МДФ, прежде всего в область отделочных материалов при строительстве:

- стеновые панели,
- подоконники,
- основа для изготовления ламинированной половой доски. Для этого используют, одну из разновидностей МДФ – МДФ повышенной плотности,
- двери внутри помещений,
- оконные рамы.

Вышеописанные преимущества и достоинства плит МДФ действительно имеют место, однако с точки зрения их широкого применения в строительстве имеются серьезные экологические противопоказания:

Концентрация формальдегида в помещениях, отделанных стеновыми панелями или половой доской на основе ламинированных плит МДФ, создают в воздухе помещения концентрации формальдегида в десятки раз превышающие ПДКсс. При этом уместно упомянуть об одном широко распространенном заблуждении, что якобы ламинирование древесно-плитных материалов декоративной бумагой или бумажно-слоистым пластиком существенно снижает уровень выделения формальдегида. Все обстоит как раз наоборот- и декоративная бумага и бумажно-слоистые пластики пропитаны меламино-формальдегидными смолами, которые после отверждения сами выделяют формальдегид, добавляя его к выделениям из плиты-основы.

С точки зрения пожарной безопасности плиты МДФ относятся к категории горючести Г4 и поэтому не соответствуют требованиям экологической безопасности к материалам жилищного строительства.

1.5. Древесно-волоконистые плиты высокой плотности (твердые) (ДВП-Т, ДВП НТ) ГОСТ 4598-86

Основным сырьем для производства ДВП-Т является древесное волокно, получаемое размолом пропаренной технологической щепы в одну или две стадии на дисковых мельницах. Наиболее распространенным является дефибраторный способ размола, в котором процессы пропаривания и размола происходят в одном агрегате. В качестве связующего для получения ДВП-Т используют в основном фенолформальдегидные смолы в количестве от 0,6% до 4% массовых частей от веса абсолютно сухого волокна.

Для гидрофобизации волокна применяют парафиновые эмульсии (1% от веса сухого волокна). В качестве альтернативного абсолютно нетоксичного связующего используют альбумин (животный белок, получаемый из крови животных). Однако в настоящее время ДВП-Т с альбуминовым связующим не производятся. В качестве осадителей парафина и связующего на волокнах используют сернокислый алюминий или серную кислоту.

В мировой практике существует два основных способа производства ДВП-Т: мокрый и сухой. Принципиально они отличаются тем, что по мокрому способу нанесение всех необходимых компонентов на древесное волокно осуществляется в водной среде, а по сухому способу в воздушной среде методом пневмораспыления. Недостатком мокрого способа является необходимость использования большого количества воды и значительные затраты на очистку сточных вод, особенно от остаточного фенола. В связи с этим мокрый способ производства ДВП-Т за рубежом практически не используется, производство по сухому способу имеет свои проблемы.

Производство ДВП-Т по мокрому способу в основном осталось в России. Плиты ДВП-Т по мокрому способу имеют разные поверхности: одна глянцевая, другая шершавая, а у ДВП-Т по сухому способу обе стороны гладкие. После процесса горячего прессования ДВП-Т проходят термообработку в камерах в потоке горячего воздуха в течение 3-6 часов для улучшения физико-механических показателей и водостойкости.

Физико-механические показатели плит ДВП-Т

Плотность, кг/м ³	600 - 800
Толщина, мм: по мокрому способу	3,2 - 4,0
Толщина, мм: по сухому способу	4,0 - 8,0
Предел прочности при изгибе, МПа	28 - 34
Разбухание по толщине за 24 часа, %	40 - 50
Водопоглощение лицевой поверхности за 24 часа, %	50 - 70

С точки зрения химической опасности плиты ДВП-Т более благополучны, чем рассматриваемые ранее плитные материалы. Это вызвано прежде всего тем, что при изготовлении ДВП-Т содержание связующего фенолформальдегидной смолы по сухому волокну составляет всего лишь 2,5-3,0% при содержании в ней собственно фенолформальдегидного олигомера 30%, в то время как содержание смол в ранее рассмотренных материалах (ДСП, OSB, МДФ) составляет 11-14% массовых частей по сухому веществу. В связи с этим уровень выделения из плит ДВП-Т

формальдегида и фенола значительно ниже. Однако при санитарно-химической оценке ДВП-Т при 40°C в камере концентрации формальдегида и фенола все же превышают ПДКсс (0.003 мг/м³ для фенола и формальдегида). Помимо этого, у предприятий, производящих ДВП-Т по мокрому способу большие проблемы с загрязнением сточных вод фенолом. В связи с этим по-прежнему очень актуальным остается вопрос о применении связующих, не содержащих ни фенола, ни формальдегида, ни каких либо других вредных веществ, способных высаживаться на древесном волокне при изменении pH водной среды.

В настоящее время такие связующие разработаны, однако предприятия по производству ДВП-Т не проявляют никакого интереса к внедрению таких разработок.

Что касается пожарной опасности, то плиты ДВП-Т относятся к категории Г4, т.е. полностью сгораемый материал. Однако по легкости и технологичности применения в строительстве ДВП-Т является очень привлекательным материалом. Исходя из этого, мы рекомендуем обработку ДВП-Т в построечных условиях составом, который полностью поглощает и фенол и формальдегид в течение всего срока эксплуатации и снижает горючесть ДВП-Т до категории Г2, т.е. плита приобретает полное соответствие с требованиями экологической безопасности.

1.6. ДВП мягкая теплоизоляционная (ДВП-М)

ДВП-М производится в виде плитного теплоизоляционного материала с толщиной 12-20 мм. Технологическая стадия получения древесного волокна полностью идентичная вышеописанной для ДВП-Т. Далее мокрая древесная масса формируется на сетке отливочной машины, где удаляется избыток воды, и «ковер» уплотняется. «Ковер» разрезают на плиты нужного формата и помещают в камеры конвекционной сушки при температуре 1600-1800С.

В этих условиях в образованных межволоконных связях участвуют все компоненты углевод-лигнинного комплекса, древесина подвергается частичному гидролизу с последующим превращением продуктов гидролиза в клеящие вещества. Прочность плит ДВП-М складывается из прочности древесных волокон и прочности межволоконных связей. При этом прочность древесных волокон (80-100 МПа) обеспечивается макромолекулами целлюлозы, а лигнин и гемицеллюлоза образуют клеящие вещества и обеспечивают межволоконную связь. Образующихся при высокотемпературной сушке связей достаточно для складирования, транспортировки и применения ДВП-М в строительстве, т.е. ДВП-М является высокотехнологичным материалом.

Технические характеристики ДВП-М

Плотность, кг/м ³	120 - 300
Толщина, мм	12 - 20
Коэффициент теплопроводности λ , Вт/м°C	0,045 – 0,055
Биостойкость	не биостойка
Горючесть	Г4

Малая плотность, высокая теплоизолирующая способность делает ДВП-М очень перспективным исходным материалом для широкого применения в строительстве, тем более что ДВП-М не выделяет никаких вредных летучих веществ и является абсолютно химически чистым продуктом. Однако для массового применения в строительстве ДВП-М в нынешнем виде не подходит по двум критериям экологической безопасности: пожарная безопасность (ДВП-М горит как порох) и биологической безопасности – ДВП-М сильно впитывают пары воды из воздуха и во влажном теплом материале образуется идеальная среда для грибковых колоний и насекомых, что

совершенно недопустимо для строительного материала массового применения

Подводя итоги рассмотрения эколого-технических характеристик древесно-плитных материалов с карбамидо-формальдегидными связующими необходимо отметить, что ни один из этих материалов не соответствует двум важнейшим критериям экологической безопасности:

1. Химической безопасности; 2. Пожарной безопасности.

В связи с этим применение таких материалов в жилищном строительстве недопустимо до тех пор, пока изготовители фанеры, ДСП, ОСП(OSB), МДФ, ДВП-Т, ДВП-М не решают задачи: 1.

Ликвидировать выделения формальдегида и фенола из этих материалов; 2. Обеспечить для своих материалов класс горючести не хуже Г2.

На сегодняшнем уровне развития науки и технологии выполнение таких задач в России вполне реально, но требует завершения и внедрения соответствующих разработок и серьезных финансовых вложений.

2. Древесно-плитные материалы с минеральными связующими

2.1. Фиброцементные плиты - фибролит, ГОСТ 19222-84 (fibro - волокно , litho – камень)

Основой фибролита является тонкая и длинная древесная стружка: длина 250-500мм, ширина 4 мм. В качестве связующего используют цемент или магнезиальные вяжущие. В настоящее время фибролит изготавливается методом ленточного прессования при давлении порядка 0,5МПа. Наиболее типичные размеры фибролитовых плит: длина 2400 и 3000 мм; ширина 600–1200 мм; толщина от 30 до 150 мм.

По плотности фибролитовые плиты подразделяются на следующие марки:

Ф-300 – теплоизоляционный фибролит; Ф-400 и Ф-500 – теплоизоляционно-конструктивный фибролит. Водопоглощение фибролита 35%-45%. При влажности 35% и более он может поражаться домовым грибом. Прочность магнезиального фибролита несколько выше, чем цементного, однако магнезиальный фибролит сильнее впитывает влагу и менее водостоек, чем цементный фибролит.

Технические свойства цементного фибролита

Марка плит	Средняя плотность не более, кг/м ³	Предел прочности при изгибе не менее, МПа	Теплопроводность не менее, Вт/м ² С
300	300	0,4	0,100
350	350	0,5	0,110
400	400	0,7	0,120
500	500	1,2	0,150

Применяют теплоизоляционный трудногорючий фибролит для тепловой изоляции зданий 2, 3 и 4 классов, в кровле, перекрытиях, стенах. Он должен быть защищен от увлажнения. В зданиях с влажным режимом его не используют. Теплоизоляционно-конструктивный фибролит применяют для устройства стен одноэтажных бескаркасных домов, для перегородок, накатов перекрытий.

Теплоизоляционный фибролит применяют для утепления стен и покрытий, конструкционный - для перегородок, каркасных стен и перекрытий в сухих условиях.

Для производства магнезиального фибролита используется такая же стружка, что и для цементного, но в качестве минерального связующего используют так называемый магнезиальный цемент, т. е комбинацию хлористого магния ($MgCl_2$) и жженой магнезии (MgO). (ТУ 5768-049-01227131-2004 – Плитный материал из древесной стружки и магнезиального связующего.)
Область применения фибролитовых плит: покрытие кровли, наружные и внешние стены, перегородки, теплоизоляция (Ф-300), черновые полы.

Недостатки фибролита:

1. Отсутствие в ассортименте тонких плит, что обусловлено самой природой материала (минимальная толщина 25мм);
2. Высокое водопоглощение;
3. Грубая поверхность, требующая серьезных штукатурных работ;
4. Недостаточная грибостойкость цементно-фибролитовых плит;
5. Малая прочность при изгибе.

Достоинства фибролита:

1. Полное отсутствие выделений, каких-либо вредных веществ;
2. Полная пожарная безопасность - класс горючести Г1 для цементного фибролита и НГ (негорючий) для магнезиального фибролита.

Таким образом, фибролит относится к полностью экологически безопасным материалам и может быть широко использован при строительстве экологически безопасных домов 21 века.

2.2. Стружечно-цементные плиты (СЦП)

Основным сырьем для изготовления СЦП является деловая древесина хвойных и лиственных пород, из которых изготавливают щепу длиной 50-70 мм, которая в объеме плиты составляет около 90% по объему. В качестве связующего используют цемент и натриевое жидкое стекло.

Для изготовления 1м³ СЦП требуется: 330 кг древесной щепы, 210 кг цемента, 6 кг жидкого стекла, 200 л воды, 60 деревянных реек размером 1950x25x9 мм.

Для изготовления щепы используют рубильную машину с транспортером, пневматический транспорт, молотковую мельницу, ленточные транспортеры, барабанную сортировку.

Для приготовления связующего используют бункера, шнековые транспортеры и дозаторы емкости с жидким стеклом и насосы для смешения его с водой. Плиты получают методом холодного прессования с последующим созреванием в специальных помещениях. Наиболее употребимые размеры СЦП: 2000x500x25(35) мм и 2000x1000x25(35) мм.

Технические характеристики СЦП:

Средняя плотность, кг/м ²	600
Теплопроводность, Вт/м ² С	0,2
Предел прочности при сжатии (больше или равен), МПа	4 (35 мм)
Предел прочности при изгибе (больше или равен), МПа	1 (35 мм)
Разбухание по толщине за 24 часа, не более, %	3,5
Материал трудногорючий (Г1,Д1,В1), морозостойкий, гнилостойкий	

СЦП успешно применяется в малоэтажном домостроении для монтажа кровель, наружных и внутренних стен, черновых полов, плит перекрытий.

С экологической точки зрения плиты СЦП являются безупречным материалом: не выделяют никаких вредных веществ, пожаробезопасны – (Г1, Д1, В1). Некоторые технические недостатки этих плит- невозможность получения тонких плит (минимальная толщина 25 мм), повышенное водопоглощение, малая прочность на изгиб- не мешают широкому внедрению плит СЦП в экологически чистых домах.

2.3. Цементно-стружечные плиты – ЦСП. ГОСТ 26816-86

Способ производства ЦСП был разработан в США в 30-х годах 20 века. В СССР выпуск ЦСП начат в 80-х годах 20 века с использованием немецкого оборудования фирмы «BIZON».

Исходным материалом для получения ЦСП являются: стружка мелкой и средней фракции, водные растворы минерализующих добавок (хлористый кальций, сернокислый алюминий, хлористый алюминий, и др.). Указанные минерализующие добавки препятствуют выделению из стружки сахаридов и одновременно антисептируют стружку. В процессе созревания плиты минерализующие добавки реагируют с частью гидроксида кальция, выделяющегося при созревании бетона, образуя нелетучие, нетоксичные соединения, например, $\text{CaCl}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 > 2\text{CaOCl} + \text{H}_2\text{O}$

После обработки в смесителе минерализующими добавками, к стружке добавляется цемент и вода. В процессе производства стружечно-цементный «ковер» формируется из трех слоев: наружный слой из мелкой, внутренний из более крупной фракции стружки. Набранный «ковер» подвергается затем прессованию.

Размеры цементно-стружечных плит и их предельные отклонения:

Размерность	Номинальная величина	Предельное отклонение для марок	
		ЦСП-1	ЦСП-2
Длина	3200, 3600	±3	±5
Ширина	1200, 1250	±0,6	±0,8
	8-10	±0,8	±1,0
Толщина	12-16	±1,0	±1,2
	18-28	±1,4	±1,6
	30-40		

Физико-механические свойства ЦСП:

Показатель	Норма для плит марок	
	ЦСП-1	ЦСП-2
Плотность, кг/м ²	1100 - 1400	
Влажность, %	9 (±3)	
Разбухание по толщине за 24 часа не более, %	2,0	
Водопоглощение за 24 часа не более, %	16,0	

Прочность на изгибе, МПа для толщины не менее, мм:		
от 8 до 16 мм	12,9	9,0
от 18 до 24 мм	10,0	8,0
от 26 до 40 мм	9,0	7,0
Прочность при растяжении перпендикулярно к плите, МПа не менее	0,4	0,35
Шероховатость плиты по ГОСТУ 7016 для плит не более, мкм:		
нешлифованных	320	320
шлифованных	80	100

Требования к поверхности:

Дефект	Число и размер дефектов для плит марок	
	ЦСП-1	ЦСП-2
Сколы кромок и выкрашивание углов	Не выше предельных отклонений по дине (ширине) плиты	
Пятна, в том числе от масла, ржавчины и др.	Не допускаются	Не более 1 шт. диаметром более 20 мм на 1 м ³
Вмятины	Не более 1 шт. глубиной более 1 мм и диаметром более 10 мм на 1 м ²	Не более 3 шт. глубиной более 2 мм и диаметром более 20 мм на 1 м ²

Плиты ЦСП – древесно-плитный материал, полностью безупречный с точки зрения экологической безопасности:

1. Химическая безопасность: плиты ЦСП не выделяют в воздух никаких вредных летучих веществ.
2. Физическая безопасность: плиты ЦСП не электризуются, не экранируют естественные электромагнитные поля, относятся к теплым материалам.
3. Биологическая безопасность: плиты ЦСП не подвергаются воздействию грибков, жуков-древоточцев, домашних грызунов. Характеризуя ЦСП как биостойкий материал, важно отметить, что эта биостойкость достигается не за счет введения в состав ЦСП каких-то специальных антисептиков и не за счет поверхностной обработки антисептиком. Антисептик образуется в массе самой ЦСП в процессе превращения цемента в бетон, так как побочным продуктом этого процесса является гидроксид кальция, создающий сильнощелочную среду, препятствующую развитию плесневых грибков. Таким образом, в случае ЦСП требование к введению в массу материала нетоксичного антисептика выполняется автоматически, как прямое следствие технологического процесса.
4. Пожарная безопасность: по пожарной классификации плиты ЦСП имеют следующие показатели: Г1, Д1, В1.

Таким образом, в экологически безопасном и экономичном доме 21 века плиты ЦСП разной толщины должны иметь самое широкое применение для: монтажа кровельного основания,

монтажа наружных стен, монтажа чернового пола, межкомнатных перегородок и т.д.

По результатам подробного рассмотрения эколого-технических характеристик важно отметить следующее: среди всех реально выпускаемых древесно-плитных материалов, по эколого-техническим показателям ЦСП, безусловно, является лидером. Однако, на наш взгляд, это не является основанием для прекращения работ по их совершенствованию, в частности, в области снижения водопоглощения и изменения линейных размеров во влажной атмосфере. В этом направлении целесообразны работы по модернизации и расширению ассортимента составов, используемых при минерализации щепы. Очень серьезные результаты может принести также замена части цемента на нано-измельченный активированный цемент, а также использование добавок, резко повышающих прочность цементно-древесных материалов.

В заключительной части настоящей публикации целесообразно рассмотреть эколого-технические характеристики некоторых неорганических плитных материалов, по поводу которых довольно часто возникают споры, а в рекламно-технических публикациях содержится много противоречивых данных.

3. Неорганические плитные материалы

3.1 Листы асбоцементные плоские ГОСТ 118124-95

В настоящее время листы асбоцементные плоские из обычного и цветного цементов с асбестом гладкие и тесненные используются в основном для ремонтно-строительных работ. Листы изготавливаются длиной от 1200 до 3600 мм, шириной от 1200 до 1500 мм и толщиной 6, 8, 10 мм. В нижеследующей таблице приводятся технические характеристики листов асбоцементных плоских (ЛАП)

Техническая характеристика листов асбоцементных плоских (ГОСТ 118124-95)

Наименование показателя	Значение показателя
Длина, мм	1200 - 3600
Ширина, мм	1200 - 1500
Толщина, мм	6;7;8;10
Плотность, г/см ³	1,60 – 1,80
Предел прочности при изгибе, МПа (кгс/см ²)	18 - 23
Ударная вязкость, кДж/м ² (кгс/см ²)	2,0 – 2,5
Морозостойкость (число циклов попеременного замораживания и оттаивания)	25 - 50
Остаточная прочность, %	90

С точки зрения оценки химической безопасности ЛАП серьезно различаются в России и в Западной Европе. В Западной Европе ЛАП были запрещены к применению в строительстве ещё в 80-х годах 20 века, и здания, в которых было большое количество ЛАП, были разрушены, например, в Восточной Германии. Причины резко негативного отношения к ЛАП состояло в

утверждении, что ЛАП при эксплуатации выделяет тонкие волокна асбеста, которые через воздух попадают в легкие человека и промотируют рак легких. Российские токсикологи и гигиенисты с этим мнением не согласны, и в России нет запрета на применение ЛАП. Мнение автора настоящей статьи по этому вопросу следующее: ЛАП становятся полностью химически безопасными, если обе поверхности обработаны нетоксичным, трудногорючим покрытием, полностью исключая попадание в воздух волокон асбеста в течение всего срока эксплуатации. С точки зрения горючести ЛАП относится к негорючим материалам, физически безопасен, стоек к любым видам биологического воздействия. К недостаткам материала относятся хрупкость, трудная обрабатываемость, отсутствие теплоизолирующих свойств. Заметное увеличение объемов производства ЛАП в России не ожидается.

3.2. Стекломагнетитовый лист (Магнетитовая плита).

В последние годы на рынке плитных материалов наблюдается активное продвижение нового плитного материала, который в разных источниках называется или «Магнетитовая плита», или «Стекломагнетитовый лист (СМЛ)». В настоящей статье будет использовано название Стекломагнетитовый лист (СМЛ). В противоположность плитным материалам, рассмотренным ранее, СМЛ представляет собой многослойный материал и состоит из следующих слоев: лицевой поверхностный слой, армирующая стеклосетка, слой магнетитового связующего с наполнителем, второй слой армирующей стеклосетки, покрытие внутренней стороны СМЛ. Средний магнетитовый слой содержит легкий наполнитель, снижающий плотность СМЛ и улучшающий теплоизоляционные свойства. В нижеследующей таблице приводятся технические характеристики СМЛ.

Основные технические характеристики стекломагнетитовых листов.

Наименование показателя	Значение показателя
Предел прочности при изгибе не менее, МПа	28,4
Плотность, кг/м ³	1000
Теплопроводность, Вт/м °С	0,316
Группа горючести, по ГОСТ 30244-94	НГ негорючий
Твердость лицевой поверхности, МПа	52,7
Вес листа толщиной 10мм, кг	24
Температурный коэффициент линейного расширения, %	без изменений
Поверхностное влагопоглощение, %, не более	0,34 по массе.

Согласно рекламным материалам, изготовители и продавцы СМЛ рекомендуют следующие области применения для этого материала: внутренние стены и перегородки, чердачные и мансардные помещения, внешние стены, фасады, свесы кровли, подвесные потолки, щиты, опалубки, откосы окон, дверные мебельные полотна, стены во влажных помещениях. С точки зрения экологической безопасности в рекламно-технических публикациях СМЛ характеризуются как полностью экологически безопасный материал. С точки зрения пожарной безопасности СМЛ относятся к негорючим материалам. Особенности химического состава СМЛ обеспечивают его биологическую безопасность. С точки зрения физической безопасности СМЛ также характеризуется положительно: коэффициент теплопроводности λ составляет 0,316 Вт/м °С, шумопоглощающие свойства – шумопоглощение до 29 Дб при толщине 6 мм, морозостойкость не менее 50 циклов. Однако с точки зрения химической безопасности с СМЛ отнюдь не все ясно. Во

всех информационных источниках утверждается, что СМЛ абсолютно экологически чистый материал и не содержит асбеста и формальдегида. Причем тут асбест и формальдегид совершенно не понятно, а вопрос о химической безопасности СМЛ возникает совершенно по другой причине. Дело в том, что основой СМЛ является магнезиальный цемент, который, получают смешением магнезиального вяжущего MgO и затворителя – хлористого магния. В полностью отвержденном магнезите специальным анализом установлено присутствие следующих соединений:

$MgCl_2 \cdot [3Mg(OH)_2] \cdot 7H_2O$ и $Mg(OH)_2 \cdot MgCl_2 \cdot 3 Mg(OH)_2 \cdot 7H_2O$.

Таким образом, готовые СМЛ содержат в своем составе значительную долю хлористого магния ($MgCl_2$), который относится к категории солей слабых оснований и сильных кислот, а, следовательно, во влажной среде подвержен гидролизу с выделением хлористого водорода. Какая доля HCl вновь связывается с гидроксидом магния, а какая выделяется в воздух неизвестно, и этот вопрос требует специального изучения. С точки зрения эксплуатационных характеристик СМЛ имеется еще одно противоречие – в большинстве материалов, подчеркивается высокая влагостойкость СМЛ и в то же время в работах специалистов по магнезиальным вяжущим отмечается буквально следующее: «хлорид магния высоко гигроскопичен, поэтому изделия из каустического магнезита, затворенные хлоридом магния, весьма гигроскопичны». В заключение настоящей статьи приведем таблицу сравнительных характеристик наиболее распространенных плитных материалов.

Сравнительная таблица основных технических характеристик плитных строительных материалов.

Наименование плитного материала	ЦСП	СМЛ	Фибролит	ЛАП	СЦП	OSB
Область применения	Полы, фасады, кровля, подокон.	Стены, потолки, перегородки	Стены, перегородки	Стены, пол, потолок, перегородки	Стены, пол, потолок, перегородки	Стены, пол, потолок, перегородки, несущие конструкции
Длина, мм	1200-3600	1200-2440	1500-3600	1200-3600	550-2000	1250-5000
Толщина, мм	10-36	4-10	6-10	6-10	25-35	6-38
Плотность, кг/м ³	1100-1400	1200	не менее 1550	1600-1800	800	600-650
Влажность, %	6-12		8-12		10-14	
Прочность на изгиб, МПа	8-12	4-16	20	18-23	0,8-1,1	9-20
Группа горючести	Г1	Г1	Г1	Г1	Г1	Г4
Экологичность	нетоксичны	?	нетоксичны	?	нетоксичны	опасны для здоровья
Водопоглощение за 24 часа, %	2,0		25			20
Коэфф-т теплопроводности, Вт/м ⁰ С	0,26	0,36	0,35		0,20	0,13
Морозостойкость, циклы	150	50	150	50	35	
Биостойкость	да	да	да	да	да	да

Литература:

1. Энциклопедия полимеров, М.: «Советская энциклопедия», 1974. Т.2
2. Слоним И.Я, Урман Я.Г., Кн. ЯМР- спектроскопия гетерогенных полимеров. М.,1982.
3. Уокер. Дж.Ф. Формальдегид, пер. с английского – М., 1957.
4. Химическая энциклопедия,-т. 5 – М., Изд. Большая Российская Энциклопедия. 1997. Т.5.
5. Министерство здравоохранения СССР, Главное санитарно-эпидемиологическое управление. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населённых мест. – М., 1984.
6. Вредные вещества в промышленности – Ленинград. Изд. Химия, Ленинградское отделение, 1976. Т.1
7. Методические указания по гигиенической регламентации применения плитных материалов в строительстве и на транспорте. Изд-во Минздрав СССР. Москва, 1980.
8. Собурь С.В. Огнезащита строительных материалов и конструкций. Справочник Изд-во Спецтехника. Москва, 2000.

Мальцев В.В.,

Главный эколог, доктор химических наук, академик РАЕН,
Зам. генерального директора ОАО «Гипролеспром» по научной работе.
107140, Россия, Москва, проезд Комсомольская пл., д. 3/32Б
телефон: (495)545 4708, т/ф. (495)545- 4706, 413 8465, или (4822)700279