

МЯГКИЕ КРОВЛИ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В. М. ПРАСОЛ

Белорусский государственный университет транспорта

По составу все материалы по устройству гидроизоляции и мягких кровель можно подразделить на три основных класса: битумные, битумно-полимерные и полимерные. Битумные материалы для мягких кровель в настоящее время используются только для временных сооружений. Их место заняли преимущественно битумно-полимерные материалы, которые, однако, уступают третьему классу материалов для устройства мягких кровель – полимерным, так как имеют меньшую устойчивость к низким температурам, меньшую теплоустойчивость (теплостойкость окисленного битума составляет 80–90 °С, тогда как летом кровля нередко разогревается до +80 ... +95 °С, а иногда и выше) и устойчивость к частым переходам через 0 °С, к УФ-облучению и озону при длительном сохранении исходных физико-механических свойств.

Одновременно удовлетворить всем этим требованиям не позволяет содержащийся в битумно-полимерных материалах в большом количестве битум. Это приводит к необходимости увеличивать толщину и количество слоев, а также применять защитные покрытия из каменной крошки или гравия, что приводит не только к утяжелению кровельного ковра и ухудшению технологичности при укладке, но и существенно снижает его ремонтопригодность. Гравий приводит к возникновению еще одной опасности. При размягчении основы материалов при повышении температуры гравий собственным весом вдавливается и нарушает целостность кровельного ковра. Процессы старения в таких местах идут значительно быстрее прогнозируемых. При ремонте втопленный гравий не позволяет просто покрыть кровлю поверх старого ковра, а требует недешевой процедуры снятия этого покрытия. К дополнительным неудобствам можно отнести и то, что при работе с подавляющим числом указанных материалов требуется источник открытого огня, так как около 90 % битумно-полимерных материалов является наплавленными. Это во многих случаях не только опасно само по себе, но и значительно увеличивает роль человеческого фактора в процессе работы.

Чисто полимерные материалы позволяют в полной мере воспользоваться всеми преимуществами, которыми обладают полимеры по своей природе. Полимерные кровельные и гидроизоляционные материалы (ПКГМ) на основе этилпропилендиеновых каучуков (ЕРДМ в английском обозначении или СКЭПТ – в русском) обладают высокими физико-механическими и уникальными эксплуатационными и технологическими свойствами и удовлетворяют практически всем требованиям, предъявленным к кровельным материалам. По исполнению они могут быть в виде рулонных материалов (эластомерные, термопластичные, термоэластопласты) и в виде мастик. В качестве примера российских рулонных ПКГМ можно назвать «Поликров» и «Эпикром».

За рубежом полимерные кровельные материалы используются более 40 лет. В США свыше 40 % мягких кровель выполнены с использованием эластомерных материалов. В России из производимых ежегодно 350–370 млн кв. м мягких кровельных материалов в 2000 году менее 1 % приходилось на полимерные мастики и рулонные материалы. Несколько лет назад это можно было объяснить отсутствием сырьевой базы. Сегодня низкое использование ПКГМ говорит о том, что большая часть строителей и проектировщиков не знакомы с этим классом материалов, применение которых требует специальных знаний.

Еще одним аргументом перехода на долговечные кровельные ЕРДМ-материалы является переход ЖКХ на самоокупаемость. Сегодня чиновники ЖКХ хорошо понимают, что массовое применение долговечных материалов приведет к уменьшению финансирования и, как следствие, к уменьшению объемов и средств, которыми он – чиновник – распоряжается.

В качестве примера рассмотрим полимерный кровельный и гидроизоляционный материал «Эпикром». Он выпускается толщиной 1,2 мм, шириной 1100 мм и длиной до 30 м. Отличительными особенностями «Эпикрома» являются: высокие физико-механические показатели, стойкость к УФ-облучению, озону и агрессивным средам; высокая эластичность при отрицательных температурах (допускает выполнение кровельных работ при температуре до –20 °С); снижение огневой нагрузки на здание более чем в 100 раз по сравнению с четырехслойным рубероидным кровельным ковром; при горении не выделяет токсичных продуктов и характеризуется низким дымообразованием; исключает применение горячих технологических процессов и открытого огня.

В зависимости от конфигурации и уклонов кровли может быть использована одна из кровельных систем:

- 1) *балластная*. Наиболее экономична и универсальна. Рулоны свободно лежат на прокладке из «Дорнита» или подготовленном основании с перехлестом не менее 80 мм. Швы склеиваются при помощи шовного клея

или герметика. Образовавшаяся водонепроницаемая мембрана фиксируется на месте балластом из окатанной гальки диаметром 25–40 мм из расчета 50 кг / кв. м или щебня с предохранительной прокладкой из «Дорнита». Система используется при уклонах кровли не больше 15 % и в зданиях, способных выдержать нагрузку балласта;

2) *кровельная с полностью приклеенными поверхностями*. Листы наклеиваются на основание с помощью полимерной мастики, а швы склеиваются с помощью шовного клея или герметика. Система подходит для кровель со сложной конфигурацией или имеющей ограниченную несущую способность;

3) *механического крепления*. По периметру кровли листы могут быть либо приклеены, либо прикреплены механически. Рулоны на кровле крепятся механически с помощью шайб или реек, которые помещаются внутри швов соседних рулонов. Рулоны имеют перехлест 120 мм и склеиваются с помощью шовного герметика с образованием непрерывной водонепроницаемой мембраны. Система требует расчета крепления на выдергивание из основания под кровлю и чтобы плиты утеплителя крепились отдельно от мембраны;

4) *инверсионная*. Применяется в сочетании с влагостойким утеплителем с закрытой структурой, для гидроизоляции эксплуатируемых кровель и устройства зеленых крыш.

Следует отметить, что при одной и той же нагрузке и эксплуатационных воздействиях конструкция мягкой кровли с учетом физико-механических характеристик применяемых материалов может быть: при использовании рубероида – 5 слоев, наплавляемых битумно-полимерных материалов – 2 слоя, а полимерных мембран – 1 слой.

Стоимость ПКГМ и наплавляемых битумно-полимерных материалов сегодня сравнимы, а показатель «цена – качество» явно указывает на приоритет выбора полимерных материалов.

УДК 539.3

ВЛИЯНИЕ СВОЙСТВ НЕСУЩИХ СЛОЕВ ТРЕХСЛОЙНОЙ КОМПОЗИЦИОННОЙ ПРЯМОУГОЛЬНОЙ ПЛАСТИНЫ НА ИЗМЕНЕНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ ПРИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ПОВЕРХНОСТНЫХ НАГРУЗОК

И. И. ПРОТУРО

Белорусский государственный университет транспорта

Приводится математическая постановка задачи для прямоугольной трехслойной ортотропной пластины, аналитическое решение этой задачи в перемещениях, учитывающее локальный характер действующих нагрузок. Исследуется влияние механических характеристик несущих слоев пластины на изменение деформаций при локализации поверхностных нагрузок.

Постановка задачи проводится в прямоугольной системе координат x, y, z , связанной со срединной плоскостью заполнителя. Принято, что пластина шарнирно оперта по контуру. На пластину действует внешняя распределенная поверхностная нагрузка, проекции которой на координатные оси $p_x(x, y)$, $p_y(x, y)$, $q(x, y)$. Через $w(x, y)$ и $u_x(x, y)$, $u_y(x, y)$ обозначены прогиб и продольные перемещения срединной плоскости заполнителя вдоль координатных осей; h_k – толщина k -го слоя ($h_3 = 2c$, $k = 1, 2, 3$); l_x, l_y – размеры пластины вдоль соответствующих осей.

Для описания кинематики пакета приняты гипотезы ломаной нормали: в несущих слоях справедливы гипотезы Кирхгофа, в несжимаемом по толщине заполнителе нормаль остается прямолинейной, не изменяет своей длины, но поворачивается на некоторый дополнительный угол, составляющий с координатными осями x, y величины $\Psi_x(x, y)$ и $\Psi_y(x, y)$ соответственно. На контуре пластины предполагается наличие жесткой диафрагмы, препятствующей относительному сдвигу слоев. Деформации малые.

Уравнения равновесия следуют из введенных геометрических гипотез, принципа возможных перемещений Лагранжа и закона Гука для ортотропного тела:

$$\begin{aligned} a_1 u_{x,yy} + a_2 u_{y,xy} + a_3 u_{x,xx} + a_4 \Psi_{x,yy} + a_5 \Psi_{y,xy} + a_6 \Psi_{x,xx} - a_7 w_{,xxx} - a_8 w_{,xyy} + p_x &= 0; \\ a_1 u_{y,xx} + a_9 u_{x,xy} + a_{10} u_{y,yy} + a_4 \Psi_{y,xx} + a_{11} \Psi_{x,xy} + a_{12} \Psi_{y,yy} - a_{13} w_{,yyx} - a_{14} w_{,xyy} + p_y &= 0; \\ a_7 u_{x,xxx} + a_{13} u_{y,yyy} + a_{15} u_{x,xyy} + a_{16} u_{y,xx} + \\ + a_{17} \Psi_{x,xxx} + a_{18} \Psi_{y,yyy} + a_{19} \Psi_{x,xyy} + a_{20} \Psi_{y,xx} - a_{21} w_{,xxx} - a_{22} w_{,yyy} - a_{23} w_{,xyy} + q &= 0; \\ a_6 u_{x,xx} + a_5 u_{y,xy} + a_4 u_{x,yy} + a_{24} \Psi_{x,xx} + a_{25} \Psi_{y,xy} + a_{30} \Psi_{x,yy} - a_{26} w_{,xyy} - a_{27} w_{,xxx} + G_{yz}^{(3)} c \Psi_y &= 0; \\ a_{12} u_{y,yy} + a_{11} u_{x,xy} + a_4 u_{y,xx} + a_{28} \Psi_{y,yy} + a_{29} \Psi_{x,xy} + a_{30} \Psi_{y,xx} - a_{31} w_{,yxx} - a_{32} w_{,yyy} - G_{yz}^{(3)} c \Psi_x &= 0, \end{aligned} \quad (1)$$