## ПАЛУБА ИЗ ЛАМИНИРОВАННОЙ ФАНЕРЫ В ТЕХНОЛОГИИ МОНОЛИТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Монолитное строительство сегодня по праву можно назвать самым перспективным из существующих технологий возведения зданий. В настоящее время «монолиту» нет альтернативы, по крайней мере с точки зрения стоимости. При монолитном строительстве нет необходимости в собственной производственной базе. Технология строительства позволяет возводить дома в достаточно короткие сроки, что является несомненным достоинством: как известно, основа технологии монолитного литья — арматура и опалубка.

За последние годы возросший спрос на монолитное строительство обусловливает спрос строительных организаций на высокотехнологичное опалубочное оборудование. Именно оно во многом определяет сроки и качество возведения конструкций. Применение современных опалубочных систем при монолитном строительстве значительно повышает его технологичность. Сроки, качество возведения конструкций во многом определяет применяемое оборудование.

Для изготовления элементов опалубок используют различные материалы: сталь, алюминий, древесину, пластик. Нынешние строители применяют две основные технологии: с щитовой опалубкой и с туннельной опалубкой. Первая, более скоростная, позволяет получать целые блоки квартир и возводить одновременно внутренние стены и перекрытия любой конфигурации. При помощи второй технологии — с туннельной опалубкой — можно строить здания каркасного типа без балок. В результате становится реальной любая планировка квартир. Поэтому покупатель может либо заказать необходимую планировку еще на стадии строительства, либо спланировать интерьер после завершения строительства. Причем единственным ограничением фантазии могут быть только размеры квартиры.

Необходимо иметь в виду, что это достаточно условное деление, т. к. опалубочные системы для стен могут позволять изготавливать и колонны. Разработаны также и многофункциональные, универсальные опалубки.

На российском рынке опалубочные системы широко представлены как зарубежными, так и отечественными фирмами. Российские предприятия разрабатывают современные конструкции опалубок, но номенклатура предлагаемых ими изделий еще уступает в чем-то западным аналогам. Но

можно отметить положительные тенденции в улучшении качества российских опалубочных систем в настоящее время, к тому же в экономическом плане западные опалубки проигрывают отечественным.

Разброс цен на опалубочные системы достаточно велик — от 50 \$/ кв. м на отечественные опалубки и до 400 \$/ кв. м на импортные.

Конструкция опалубки должна обеспечивать:

- прочность, жесткость и геометрическую неизменяемость формы и размеров под воздействием монтажных, транспортных и технологических нагрузок,
- проектную точность геометрических размеров монолитных конструкций и заданное качество их поверхностей в зависимости от класса опалубки,
- максимальную оборачиваемость и минимальную стоимость в расчете на один оборот.
- минимальную адгезию к схватившемуся бетону,
- минимальное число типоразмеров элементов в зависимости от характера монолитных конструкций,
- возможность укрупнительной сборки и переналадки (изменения габаритных размеров или конфигурации) в условиях строительной площадки,
- возможность фиксации закладных деталей в проектном положении и с проектной точностью,
- технологичность при изготовлении и возможность применения средств механизации, автоматизации при монтаже,
- быстроразъемность соединительных элементов и возможность устранения зазоров, появляющихся в процессе длительной эксплуатации,
- минимизацию материальных, трудовых и энергетических затрат при монтаже и демонтаже,
- удобство ремонта и замены элементов, вышедших из строя,
- герметичность формообразующих поверхностей (кроме специальных),
- температурно-влажностный режим, необходимый для твердения и набора бетоном проектной прочности,
- химическую нейтральность формообразующих поверхностей к бетонной смеси, кроме специальных случаев,
- быструю установку и разборку опалубки без повреждения монолитных конструкций и элементов опалубки.

Требования к покрытиям:

 опалубка должна быть защищена от внешних воздействий,

- фанера, применяемая в качестве палубы опалубок 1-го и 2-го классов, должна иметь водостойкое покрытие, пропитку или другую обработку рабочих поверхностей,
- торцы ламинированной фанеры и древесные материалы формообразующих элементов (палуба) опалубки 1-го и 2-го классов должны быть защищены от механических повреждений и проникновения влаги герметиком.

Палуба изготавливается обычно из ламинированной фанеры. Но у фанеры как древесного материала есть недостатки. Поэтому деревянные опалубочные плиты чаще, по сравнению с остальными элементами опалубок, нуждаются в ремонте и замене. Толщина и состав ламината определяют износостойкость фанеры и количество циклов бетонирования. Ряд фирм, выпускающих опалубочные системы, сегодня занимаются решением вопроса об увеличении количества циклов эксплуатации опалубки и улучшении качества поверхности бетона.

Нами были проведены исследования физико-механических свойств фанеры на примере двух образцов: финской ламинированной фанеры и сыктывкарской фанеры с полипропиленовым покрытием. Изучение этих характеристик палубы показало, что возможно вывести рациональное соотношение между физико-механическими характеристиками, что в свою очередь позволит уменьшить стоимость самого оборудования, сохранив его долговечность. Наиболее существенными научными результатами, полученными по результатам работы, являются: построение модели палубы из ламинированной фанеры, определение рациональных соотношений между основными физико-механическими свойствами палубы из ламинированной фанеры, формулирование конкретных технических и экономических предложений, направленных на уменьшение стоимости палубы.

Теоретические и экспериментальные результаты получены с использованием проверенных и утвердившихся в практике исследования методов Бринелля, Мартенса, Певцова.

В работе были:

1) проведены испытания образцов ламинированных фанер на растяжение и изгиб, на ударную прочность, адгезионные испытания, испытания на влажность, водо- и влагопоглощение, разбухание, испытания на морозостойкость, теплопроводность, истирание;

2) определены прочностные показатели образцов, показатели на ударную твердость и твердость по Бринеллю, показатели водо-

и влагопоглощения, величины адгезии образцов, показатели теплопроводности;

- 3) разработаны модели палубы с необходимыми свойствами;
- 4) определена экономическая эффективность палубы из ламинированной фанеры.

В результате комплексных испытаний ламинированных фанер (финской и сыктывкарской) были выявлены как недостатки, так и достоинства сыктывкарской фанеры с полипропиленовым слоем.

- 1. При меньшей плотности финская фанера обладает более высокими прочностными показателями: прочность при изгибе и прочность при растяжении.
- 2. Адгезионные силы сцепления с бетоном (опалубочные работы) у финской фанеры намного ниже. Сравнительными испытаниями адгезионных свойств ламинированных фанер установлено, что адгезия бетона к финской фанере при многократном использовании практически отсутствует. У сыктывкарской с полипропиленовым слоем адгезионная прочность составила величину 6,77 г/кв. см при размере образца 100х100 мм.
- 3. У сыктывкарской фанеры с полипропиленовым слоем по сравнению с гладкой поверхностью финской значительно выше шероховатость, в связи с чем увеличивается адгезия к бетону.
- 4. На величину адгезии влияет и наполнитель (древесная мука), введенный в полипропилен.
- 5. Водопоглощение, влагопоглощение и набухание сыктывкарской фанеры с полипропиленом из-за более высокой плотности меньше по значению, чем у финской фанеры.
- 6. Рекомендуемые лаки и смолы на основе полиуретанов не дают положительных результатов при обмазке торцов.



7. Ударная твердость и твердость по Бринеллю у сыктывкарской фанеры имеет более высокий показатель. В результате испытаний было установлено, что ударная твердость сыктывкарской фанеры с пропиленом составляет 2,37 Дж/кв. см при падении шарика с высоты 1,0 м, то же при падении шарика с высоты 0,5м — 2,35 Дж/кв. см. Для финской фанеры эти значения соответствуют 1,68 Дж/кв. см при падении шарика с высоты 1,0 м. То же при падении с высоты 0,5 м — 1,34 Дж/кв. см.

8. Истираемость финской фанеры выше, чем сыктывкарской с пропиленовым покрытием. Следует отметить, что истираемость полипропиленового покрытия ниже, чем у фенольного на 19,3% и, следовательно, с этой точки зрения оно более долговечно. К тому же значительная толщина полипропиленового покрытия позволяет сохранять свои защитные свойства более длительное время.

- 9. Таким образом, деформативность сыктывкарской фанеры с полимерным покрытием гораздо ниже, чем у финской, и в процессе эксплуатации ее меньше «ведет». Кроме того, из-за меньшего модуля упругости сыктывкарской фанеры релаксационные процессы, происходящие при сушке, при водо- и влагопоглощении и других процессах, происходят более плавно без излишних внутренних напряжений.
- 10. Теплопроводность финской фанеры несколько ниже, чем у сыктывкарской, но эта величина зависит только от плотности материала, а у сыктывкарской она выше.
- 11. При использовании сыктывкарской фанеры с полипропиленовым слоем в кровельных покрытиях можно с уверенностью сказать, что любое мягкое кровельное покрытие на основе битумов будет служить надежно длительное время.
- 12. Изучая литературные данные по свойствам различных пород деревьев, я считаю возможным изготовление фанеры из древесины хвойных пород, в частности из сосны. Хотя прочностные свойства сосны уступают березе, тем не менее, например, модуль упругости при изгибе у сосны на 17% выше, чем у березы. Так называемый «предел гигроскопичности» — это максимальное количество влаги, которая данная порода может поглотить, у сосны ниже, чем у березы. Усушка, а это связано с уменьшением линейных размеров, у сосны ниже, чем у березы. Коэффициент разбухания у березы выше, чем у сосны. Судя по всему, и релаксационные процессы в фанере из соснового шпона будут проходить без излишних внутренних напряжений. А это снизит деформативность материала.

13. Замена карбамидного клея на фенолформальдегидный (модифицированный) позволит увеличить прочность, повысить огнестойкость и снизить деформативность, водо- и влагопоглощение ламинированной

фанеры. В результате иследования свойств предложенных моделей ламинированных фанер выяснили необходимые физикомеханические свойства. По результатам оценки адекватности произвели корректировку модели.

По результатам испытаний, было предложено использовать в качестве палубы фанеру, склеенную из листов соснового лущеного шпона с полипропиленовым покрытием. Толщину шпона принимаем в 1мм, в одном листе фанеры 13 слоев шпона. Также предложено заменить карбамидный клей на фенол-формальдегидный (модифицированный), что позволит увеличить прочность, повысить огнестойкость и снизить деформативность, водо- и влагопоглощение фанеры.

В зависимости от вида применяемого клея предложено использование фанеры марки ФСФ (фанера повышенной водостойкости) с применением фенолоформальдегидных клеев.

Таким образом, по данным испытаний к полученной модели фанеры с пропиленовым покрытием предъявляются следующие требования:

- 1) предел прочности при изгибе поперек волокон наружных слоев  $R_{_{u}} = 52$  кг/кв. см;
- 2) предел прочности при скалывании  $R_{_{\rm CK}} = 7$  кг/кв. см;
  - 3) модуль упругости E = 70~000~кг/кв. см;
  - 4) класс эмиссии формальдегида Е1;
  - 5) влажность 5 10%;
  - 6) водопоглощение 60%;
  - 7) влагопоглощение 13%;
  - 8) ударная твердость 2,4 Дж/кв. см;
  - 9) истираемость 0,08 г/кв. см;
  - 10) твердость Н 16 кг с/кв. мм.

После проведения ряда дополнительных расчетов мы получили данные, что запас прочности палубы из фанеры с полипропиленовым покрытием составляет порядка 60%, запас прочности по прогибу также составляет порядка 60% и запас прочности на скалывание — 62%. Физико-механические характеристики такой модели фанеры таковы, что ее достаточно для заливки перекрытий жилых зданий с толщиной плиты до 500 мм.

Что касается экономической стороны вопроса, то цена на фанеру складывается из многих факторов. Основными из них являются: себестоимость сырья, стоимость всех технологических циклов, амортизация оборудования, затраты на заработную плату, на хранение изделия. Примерный расчет стоимости фанеры из шпона хвойных пород с полипропиленовым покрытием показал, что кубический метр такой фанеры стоит на 30% дешевле своих существующих аналогов.

И.К.МОСКВИНА, аспирант кафедры ТОЭС ИСФ ГОУ СПб ГПУ, ведущий специалист «Капитал стройиндустрия»