

## **Технические аспекты производства емкостей из полимеров**

### **Текущая ситуация на рынке строительства емкостей в РФ**

Прежде всего, необходимо отметить, что в настоящий момент в РФ не существует каких – либо государственных стандартов, в соответствии с которыми должны проектироваться и строиться емкости из термопластов. Данный факт, а также зачастую отсутствие необходимого оборудования, технологий и знаний открывает перед отечественным производителем широкий простор для фантазий и экспериментов.

Например, выбирая толщину стенки проектируемой емкости, производитель может быть ограничен параметрами используемого оборудования и оснастки – например 8-10 мм., как максимальная толщина свариваемого листа. При этом смысла в преодолении данного ограничения производитель не видит, т.к.

- Тонкий лист легко варить: при одинаковой производительности экструдера сварка листа 8 мм толщины выполняется вдвое быстрее, чем сварка листа толщиной 15 мм
- Тонкий лист легко гнуть- отсюда соблазн применить более тонкий лист при строительстве цилиндрических емкостей
- Тонкий лист дешевле, причем ровно настолько, насколько он тоньше, т.е вышеупомянутый лист толщиной 8 мм дешевле листа толщиной 15 мм практически в два раза.

Т.о. применение более тонкого листа снижает одновременно как трудозатраты, так и общую стоимость использованных материалов. Взяв для примера емкости, сваренные из листа 8 мм и 15 мм на основании вышесказанного логично предположить, что себестоимость первой емкости практически в 2 раза ниже, чем второй, что естественно влияет на цену предложения.

Для обоснования же прочностных свойств перед заказчиком используются самые разнообразные аргументы – от «давеча варили почти такую, – вроде стоит» до самостоятельно выполненных расчетов различной красоты и убедительности. Даже если предположить, что самостоятельно разработанные методики расчетов вполне корректны с точки зрения гидростатики трудно поверить в то, что разработчики применяли при расчетах долговременные кривые «напряжение – деформация» а также учли фактор старения применительно к конкретной паре «среда – конструкционный материал».

Но для отечественного заказчика, как правило, не искушенного в подобных вопросах, любые, даже абсолютно бредовые методики не более чем довесок, гарнир к главному аргументу – низкой цене.

### **Примеры неправильных конструктивных решений**

Для иллюстрации последствий неправильных конструктивных решений, приведем пару практических примеров:

#### **1) Обвязки из стали или термопластов**

Широко используемое рядом отечественных производителей решение для компенсации недостаточной толщины стенки цилиндрической емкости. В самом деле, любому кто видел деревянную бочку, данное решение выглядит логичным – стянуть парой стальных обручей всю конструкцию – и дело в шляпе.

На самом деле создание такой емкости технически намного более сложная задача, чем строительство емкости из листа нормальной толщины без обвязки, если конечно целью является усиление конструкции, а не декорирование лишних сварочных швов на стенках емкости:

Необходимо добиться, чтобы стяжка, с одной стороны плотно прилегала к поверхности но с другой стороны не создавала дополнительных напряжений в стенке емкости. Найти такую золотую середину (причем несколько раз на одной и той же емкости) – задача практически невыполнимая.

Прочность конструкции зависит от количества швов – чем их меньше, тем монолитнее конструкция. Обвязка же подразумевает наличие дополнительных швов и соединений, что уменьшает прочность конструкции в целом.

Если стяжка выполняется из стали, необходимо учитывать разницу в коэффициентах линейного расширения стали и термопласта, чтобы при рабочей температуре (а она может меняться) опять же стяжка, с одной стороны плотно прилегала к поверхности, но с другой стороны не создавала дополнительных напряжений в стенке емкости.

Если все-таки каким-то образом была найдена золотая середина необходимо точно рассчитать шаг обвязки, чтобы величина прогиба поверхности между обручами была в пределах нормы.

Чем тоньше основная стенка емкости, тем больше диффузия молекул среды через нее, что естественно разрушающе действует на окружающую среду, и, в том числе, на металл из которого выполнена обвязка.

Ниже приведены фотографии емкости объемом 25 куб.м. однажды построенной в одной из центрально-европейских стран.

В первоначальном варианте емкость была выполнена из PE 100, толщиной 10 мм. Для усиления на внешнюю сторону емкости были наварены 8 полос из аналогичного материала.



Емкость была заполнена серной кислотой 30% концентрации при комнатной температуре.

Емкость в данном исполнении прослужила менее двух лет, после чего произошел разрыв сварного шва стенки емкости между усилениями и практически весь объем серной кислоты был сброшен в помещение цеха, что привело к остановке всего предприятия на срок более 2-х месяцев.

В дальнейшем данная емкость была выполнена в соответствии с требованиями DVS2205 из PE100, двумя секциями, с толщинами стенки 25мм и 20мм.



## 2) Недостаточная толщина плоского днища

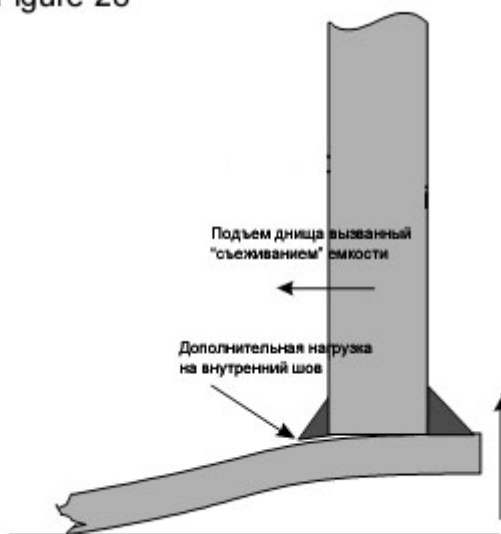
Вроде бы чего мудрить – емкость прочно стоит на бетонной подушке, и все давление водяного столба приходится на основание. Если основание ровное, собственно сам лист из которого выполнено днище играет роль прокладки и никаких деформирующих напряжений не испытывает (кроме сжатия, естественно) – можно в принципе и 1 мм толщины обойтись с соответствующей экономией в цене материала (см. выше).

На самом деле в процессе эксплуатации, со временем могут отмечаться следующие явления, когда толщина основания емкости становится критическим показателем, определяющим прочность всей конструкции.

### Подъем стенок

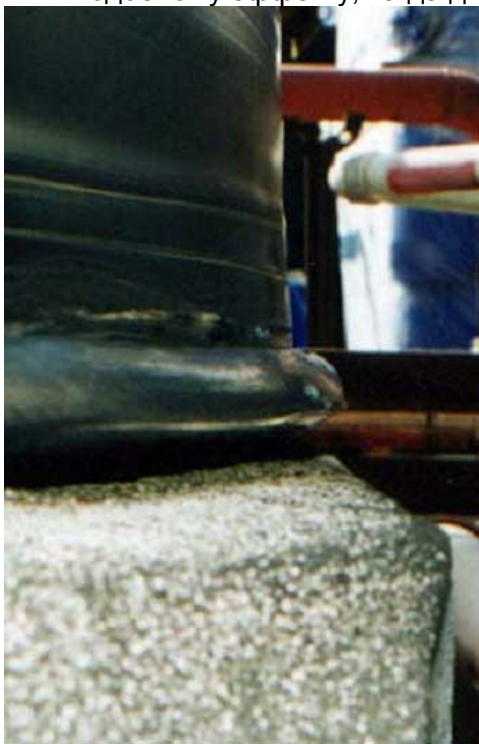
Данное явление отмечено у старых емкостей, изготовленных с относительно тонкими днищами. После эксплуатации в течение 15 лет и более стенки емкости в местах их соединения с днищем отрывались от основания, что было отнесено к «съезживанию» всей емкости. Данный вывод был подтвержден долгосрочными измерениями длины окружности стенок.

Figure 28



Подъем стенок вызывает дополнительную нагрузку, как на сварной шов, так и на прилегающий к нему участок днища емкости.

Очевидно, что неравномерное температурное продольное сжатие емкости может также приводить к подобному эффекту, когда днище емкости не полностью опирается на основание.



#### Истирание днища об основание емкости

Перемещения нижней кромки емкости по основанию, вызванные температурным сжатием/расширением приводят к износу днища.



Износ значительно возрастает, если поверхность основания грубеет и становится шершавее вследствие воздействия паров, либо капель агрессивной среды, находящейся в емкости. В худшем случае это может привести к перфорации дна емкости.

Итак, вышеприведенные примеры, вроде бы убедительно доказывают, что варить емкости надо правильно, но где эти правила взять? Этот вопрос одинаково важен как для производителя, озабоченного качеством производимой продукции так и для заказчика, который заинтересован в беспроблемной эксплуатации принимаемого изделия.

На самом деле, при проектировании и строительстве сварных емкостей из термопластов в течение вот уже более 40 лет используется стандарт DVS2205, разработанный Немецким Союзом Сварщиков (Deutschen Verbandes für Schweißen - [www.dvs-verlag.de](http://www.dvs-verlag.de)). Несмотря на то, что данный стандарт является национальным, в настоящее время он применяется строителями емкостей во всем мире и, фактически, стал отраслевым. Данный стандарт и привязанная к нему методика расчета параметров емкости в целом и ее отдельных компонентов учитывает все факторы, воздействующие на емкость в процессе ее эксплуатации, а также регламентирует выбор необходимого запаса прочности (фактора риска).

Изданный недавно европейский стандарт EN12573 «Резервуары стационарные сварные без давления из термопластов» по мнению большинства специалистов, является слабой заменой хорошо зарекомендовавшего себя DVS2205 (на основе которого и был создан), в частности не учитывает многие виды нагрузок (например, ветровую). Кроме того, EN12573 никак не специфицирует и фактически оставляет за производителем выбор запаса прочности в очень широких пределах - от 1.3 до 2.0.

В самом деле, если емкость предполагается заполнить следующим составом:

Материал	Концентрация г/л
Медь сернокислая пятиводная	20÷40 / 30
Олово сернокислое	40÷60 / 50
Кислота серная	160÷200 / 180
Гидрохинон	0,5÷2,0 / 1,0
Натрий сернокислый безводный	10÷30 / 20

поневоле задумываешься, что будет, если все это равномерно распределится по площади цеха, в случае если емкость прорвет.

Для иллюстрации здесь приведен образец расчета цилиндрической емкости объемом 130 куб.м. и ее компонентов на основе стандарта DVS2205.

#### **Вывод**

Заказчик, перед размещением заказа на сварную емкость из термопласта, особенно в случае если данная емкость предназначена для хранения агрессивной среды, должен требо-

вать от производителя соблюдения соответствующих стандартов DVS2205 или EN12573. В развитых странах, помимо собственной технической службы у крупных заказчиков (Bayer AG, BASF и др.) существуют независимые организации – TÜV, DIBT которые занимаются подобным контролем.

Но это там, на Западе, а что делать отечественному заказчику в условиях отсутствия TÜV, DIBT, собственного проектного отдела и вообще каких – либо отечественных стандартов регламентирующих строительство сварных емкостей из термопластов?

Как представляется, любой, даже совсем неискушенный отечественный потребитель может также сослаться на соответствующие зарубежные стандарты DVS2205 или EN12573 и требовать приложения соответствующих расчетов по этим методикам, а принимая готовое изделие проверить, как минимум, соответствие толщин стенок и днища указанным в расчете значениям. Это позволит во многом избежать проблем во время эксплуатации.

Одним словом не стесняйтесь задавать вопрос «По какому стандарту варить будете?», и не получив вразумительного ответа подумайте насколько в вашей ситуации оправдан риск использования некондиционной емкости.