

Ранее было установлено [1], что уменьшение диаметра трубы реактора с 26 мм (9650 труб) до 20 мм (15160 труб) практически в два раза снижает перепад температуры в реакционной зоне. Что позволит продлить срок службы катализатора и уменьшит образование побочных продуктов. При этом может увеличиться гидравлическое сопротивление слоя катализатора, что увеличит энергетические затраты. Таким образом, необходимо оценить эффективность данного решения с экономической точки зрения, когда все расходы и доходы сведены под одним критерием. для этого нужно учесть:

- количество загружаемого в реактор катализатора (зависит от количества труб реактора и порозности в трубе определенного диаметра), что влияет на расходы по закупке катализатора;
- частоту смены катализатора (зависит от образующихся побочных продуктов), что также влияет на расходы по закупке катализатора;
- гидравлического сопротивления слоя катализатора (зависит от диаметра трубы, количества труб и порозности катализатора), что влияет на расходы потребляемой энергии.

С учетом выше сказанного был выбран следующий критерий относительной экономии материальных затрат:

$$\Delta_M(d_m) = (s_{c0} + s_{k0} + s_{s+0} - s_{s+}) \frac{B(d)_m}{B(d)_0} - (s_c + s_k + s_{s+} - s_{s+}) \rightarrow \max, \quad (1)$$

где B – производительность процесса, т продукта/год; d_t – диаметр труб реактора, м; s_c – стоимость сырья, израсходованного в производстве, руб/год; s_k – стоимость катализатора, используемого в производстве, руб./год; s_{s+} – стоимость энергии, получаемой при рекуперации, руб/год; s_{s-} – стоимость энергии, затрачиваемой на преодоление гидравлического сопротивления слоя руб./год.

Для расчета производительности процесса использована математическая модель реактора синтеза анилина [2], которая включает уравнения материального и теплового баланса, а также уравнения для расчета теплофизических свойств сред.

Изменение диаметра трубы реактора влечет за собой изменение порозности слоя катализатора [3], а так же изменение количества труб в трубной решетке. Величина минимального шага между трубами составляет $1,3d_p$ при $d_t > 20$ мм и $1,25d_p$ при $d_t > 30$ мм. Величина простенка между трубами при развальцовке должна быть больше 4 мм [4]. Таким образом, максимальное количество труб в реакторе рассчитывается исходя из количества труб, приходящихся на диаметр реактора D ($20 < d_t < 30$):

$$n_{\emptyset} = N - \text{mod}(N - 1, 2),$$

$$\text{где } N = (D - 0.004) \text{ div } 1,3(d_m + 0.004). \quad (2)$$

Для расчета частоты замен катализатора в реакторе использовалось время межрегенерационного периода:

$$\tau'_{\text{м.р.}} = \frac{\tau_{\text{м.р.}} \cdot \psi(T)}{\psi(T')}, \quad (3)$$

где T – пиковая температура в зоне реакции при $d=26$ мм; T' – пиковая температура в зоне реакции реактора с трубками другого диаметра; $\tau_{\text{м.р.}}$ – время межрегенерационного периода при $d=26$ мм; $\psi(T)$ – регрессионная зависимость выхода примесей от температуры реакционной смеси [5].

Гидравлическое сопротивление неподвижного слоя как для ламинарного, турбулентного, так и для переходного режимов рассчитывается по формуле [6]

$$\Delta P = H_0 \left(150 \frac{(1 - \epsilon_0)^2}{\epsilon_0^3} \frac{w \mu}{d^2} + 1.75 \frac{1 - \epsilon_0}{\epsilon_0^3} \frac{w^2 \rho}{d} \right), \quad (4)$$

где H_0 – высота слоя, м; w – скорость потока в свободном сечении трубы, м/с; d – эквивалентный диаметр зерна катализатора, м; ϵ_0 – порозность; m – коэффициент динамической вязкости потока, Па·с; ρ – плотность потока, кг/м³.

В результате проделанной работы было установлено, что уменьшение диаметра труб реактора уменьшает гидравлическое сопротивление слоя, за счет увеличения порозности и как следствие уменьшает энергетические затраты, что дает положительный экономический эффект.

Список литературы

1. Тишин О.А. Выбор диаметра труб реактора восстановления нитробензола водородом в газовой фазе / О.А. Тишин, Е.В. Климова // Естественные и технические науки. – М.: ООО «Издательство «Спутник+», 2011. – № 3(53). – С. 502–504.
2. Тишин О.А. Моделирование промышленного процесса синтеза анилина / О.А. Тишин, Е.В. Климова, Т.В. Рудакова и др. // Известия ВолГТУ. Реология, процессы и аппараты химической технологии. – Волгоград: РПК «Политехник», 2009. – №1 (49). – С. 32–35.
3. Тишин О.А. Экспериментальное определение пористости слоя катализатора / О.А. Тишин Е.В. Климова // Известия ВолГТУ. Реология, процессы и аппараты химической технологии. – Волгоград: РПК «Политехник», 2011. – № 1 (74). – С. 61–65.
4. Лашинский А.А., Толчинский А.Р. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры. Справочник. 3-е изд., стер. – М.: Альянс, 2008. – 752 с.
5. Тишин О.А. Влияние образования побочных продуктов на функционирование производственной линии процесса восстановления нитробензола водородом в газовой фазе / О.А. Тишин, Е.В. Климова, Т.В. Рудакова, В.А. Иванов // Вестник ПГТУ. – 2011. – Т. 17. – №3. – С. 720–725.
6. Айнштейн В.Г. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии. Учебник в 2-х кн. Кн.1 / В.Г. Айнштейн, М.К. Захаров, Г.А. Носов / под ред. Айнштейна В.Г. – Москва: Логос, 2003. – 872 с.

АНИЗОТРОПИЯ ПРОЧНОСТИ БЕТОНОВ

Комарова К.С.

БГТУ им В.Г.Шухова, Белгород,
e-mail: varanga135@mail.ru

К современным строительным конструкциям предъявляют повышенные требования по качеству бетона. Особенно это актуально при сооружении крупных гидротехнических сооружений, где нужна повышенная прочность бетона на сжатие и особенно на растяжение. Одним из способов достижения необходимых характеристик является создание анизотропных бетонов, т.е материал имеющий направленную структуру, что может гарантировать повышенную прочность в определенных направлениях

Анизотропия (от др.-греч. ἀνισός – неравный и τρόπος – направление) – различие свойств среды (например, физических: упругости, электропроводности, теплопроводности, показателя преломления, скорости звука или света и др.) в различных направлениях внутри этой среды; в противоположность изотропии. В отношении одних свойств среда может быть изотропна, а в отношении других – анизотропна; степень анизотропии также может различаться.

Анизотропия является характерным свойством кристаллических тел -кристаллическая решетка которых не обладает высшей – кубической симметрией Причиной анизотропии кристаллов является то, что при упорядоченном расположении атомов, молекул или ионов силы взаимодействия между ними и межатомные расстояния оказываются неодинаковыми по различным направлениям. Причиной анизо-

тропии молекулярного кристалла может быть также асимметрия его молекул.

Помимо кристаллов, естественная анизотропия – характерная особенность многих материалов биологического происхождения, например, деревянных брусков.

Анизотропия свойственна жидким кристаллам, движущимся жидкостям (неньютоновским – особенно).

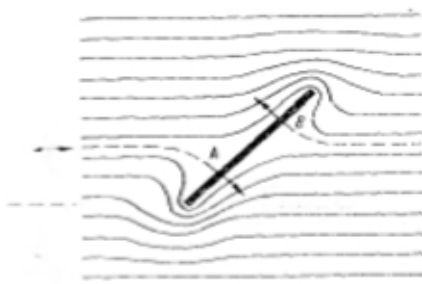
Анизотропией особого рода в масштабах всего кристалла или его областей обладают ферромагнетики и сегнетоэлектрики.

Во многих случаях анизотропия может быть следствием внешнего воздействия (например, механической деформации, воздействия электрического или магнитного поля и т.д.). В ряде случаев анизотропия среды может в какой-то степени (а в некоторой слабой степени – часто) сохраняться после исчезновения вызвавшего ее внешнего воздействия.

Известно, что в процессе изготовления изделий из плотного или ячеистого бетона возникает анизотропия его свойств, в том числе и прочности. Причина возникновения анизотропии в материалах преимущественная ориентация их структурных элементов. Объяснить возникновение анизотропии бетона можно ориентирующим действием.

В вибрационном или звуковом поле суспензии частицы некруглой формы ориентируются по их наибольшей оси перпендикулярно направлению распространения колебания или вибрации. Ориентация пемзомерной частицы происходит под действием момента вращения от пары сил, образующейся в результате обтекания частицы потоком окружающей ее жидкости. Ориентация свободно суспензированных частиц имеет место лишь при условии, если плотность частиц отличается от плотности жидкости. Процесс ориентирования частиц происходит до тех пор, пока их размер остается меньше длины звуковой волны.

Механизм ориентации может быть рассмотрен на примере поведения пластинки при непрерывном обтекании ее потоком идеальной жидкости. Струйки потока при обтекании пластинки будут иметь, примерно такой вид, как показано на рисунке.



Ориентации пластинки в потоке жидкости

Статическое давление потока жидкости на пластинку в равных точках ее поверхности зависит от скорости, которую в этих точках имеет жидкость. Наибольшее давление будет в тех точках пластинки, где течение прекращается. Этим, так называемым критическим, точкам соответствуют точки А и В на передней и поверхности пластин. В этих точках появляется пара сил, момент которой поворачивает пластинку.

На рисунке видно, что изменение направления потока на обратное благодаря симметрии картины не изменит направления момента вращения.

Поэтому пластинка, находящаяся в переменном потоке жидкости, направление которого периодически-

ски «изменяется, как это имеет «место при вибрационном воздействии, будет – поворачиваться в том же направлении, как и в постоянном потоке, устанавливаясь поперек потока.

При прочих равных условиях, чем крупнее частицы суспензии и больше интенсивность вибрации, тем больше момент вращения и быстрее – частицы ориентируются.

Микроскопические исследования дробленных частичек извести, песка, цемента в других компонентов ячеистобетонной смеси, а также компонентов смеси для плотного «бетона показывают, что основная масса их неизомерна. Центры кристаллизации и кристаллические частицы, образующиеся в результате гидратации вяжущего в процессе виброформования изделий из бетона.

Бетон является высоконцентрированной суспензией, поэтому в процессе формирования под действием направленной вибрации неизомерные частицы ориентируются. Наименьшая длина волны – в ячеистобетонной смеси, она равна 0,4–0,5 м.

При твердении бетона, особенно ячеистого, в процессе вызревания частицы бетона и вновь образованные кристаллы фиксируются в ориентированном состоянии, образуя так называемую строчечную структуру. Для строчечной структуры характерно, что пределы прочности и направлении волокон компонентов бетона наибольшие.

Для качественной и количественной оценки эффекта ориентации анизотропию прочности были отформованы изделия из тяжелых и легких бетонов различных размеров на виброплощадках плотный силикатный бетон на молотой извести и молотом песке; плотный бетон на цементе и немолотом речном песке [1].

Результаты испытаний контрольных образцов размером 10x10 см выпиленных изделий, прошедших автоклавную обработку доказали, что предел прочности при сжатии во всех случаях больше направлении, перпендикулярном направлению вибрации, т. е. «вдоль волокон». Величина превышения прочности составляет 9–20%. Предварительно для более объективной оценки полученных данных все контрольные образцы были подвергнуты неразрушающим испытаниям на приборе «Бетон-ЗМ». Во всех случаях импульсная скорость ультразвука, характеризующая прочность изделий при сжатии, имела большее значение в направлении, перпендикулярном направлению вибрации.

Направленная вибрация в процессе формирования ориентирует неизоморфные частицы бетона, что является причиной анизотропии его свойств. Вибрацию можно использовать для управления анизотропией многих изделий и материалов, в сырьевом составе которых имеются не изомерные компоненты. Существуют также способы использовать ориентирующее действие магнитного поля на физические свойства цемента [2].

Также вызывает большой интерес влияние анизотропии бетона на его выносливость и виброполучность. При нагрузке, расположенной перпендикулярно слоям бетонирования, виброполучность бетона примерно в 1,7 раза больше, чем при нагрузке, расположенной параллельно.

При нагрузке, расположенной параллельно слоям бетонирования, предел прочности в 1,1 – 1,15 раза выше, чем при нагрузке, расположенной перпендикулярно; относительные пределы выносливости в направлении параллельно и перпендикулярно слоям бетонирования практически одинаковы. Таким образом, можно считать, что относительный предел выносливости практически не зависит от ориентации сжимающей силы к слоям бетонирования.

А если остановиться на анизотропии ячеистого бетона то можно констатировать что в идеале свойства ячеистого бетона во всех направлениях должны быть одинаковыми, что обусловлено сферической формой макропор. Однако при вспучивании ячеистобетонной смеси газовые пузырьки (ячейки), как правило имеют большую ось (диаметр) в направлении вспучивания и меньшую ось в направлении перпендикулярно вспучиванию и поэтому прочность бетона, как правило, больше в направлении перпендикулярно вспучиванию смеси.

При правильном использовании анизотропности бетонов, можно в достаточной степени улучшить некоторые свойства, как бетона, так и конструкции в целом.

Список литературы

1. Ханин М., Шальнев К., Шалобаев И. Изменение прочностных свойств цементного камня под действием постоянного магнитного поля // Доклады Академии наук СССР, техническая физика, том 224, № 6, 1975. (Наука и жизнь. №3, 1976 г.)
2. Ключев С.В., Лесовик Р.В. Дисперсно-армированный мелкозернистый бетон с использованием полипропиленового волокна // Бетон железобетон. – 2011. – № 3. – С. 7-8.
3. <http://dic.academic.ru>.
4. <http://knowledge.allbest.ru>.

РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ И КОНЦЕПЦИЯ БЕЗОПАСНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Комарова С.В., Субботина Ю.М.

Российский государственный социальный университет, Москва, e-mail: tu_beard@maik.ru

С ростом техногенного влияния на окружающую среду резко возросло и противоречие между биосферой и техносферой. Начатая к 60-м гг. XX в. природоохранная деятельность базировалась на принципе рассеивания (разбавления), что уменьшало концентрацию, но не количество выбрасываемых в окружающую среду вредных веществ.

Так как природа не могла справиться с выбрасываемыми загрязнениями и отходами, постепенно возник другой подход – улавливания загрязнений (1970-е гг.). Началось строительство очистных сооружений и использование так называемых «концевых технологий». Однако со временем это привело к накоплению огромного количества отходов от очистных сооружений, которые также способны вызвать тяжелые экологические последствия. К счастью, в последнее время предприятия уделяют много внимания обслуживанию и модернизации своих очистных систем. Но даже этот подход не является решением проблемы, так как отходы все равно продолжают накапливаться.

Проводятся многочисленные исследования ежегодного накопления отходов и выбросов в окружающую среду. Многие данные весьма противоречивы и спорны, но можно с определенной долей уверенности говорить о процентном соотношении загрязнений от различных отраслей промышленности. Так, нефтегазовая нефтехимическая отрасли ответственны примерно за 24% газовых выбросов, 21,4% сточных вод, 15% токсичных отходов [2,3].

Уровень загрязнения почв нефтепродуктами и нефтешламами к настоящему времени приблизился к 10 млн куб. метров. Кроме того, постоянно растет количество земель, загрязненных или поврежденных в результате различных аварий на газо- и нефтепроводах, заводах и других объектах.

Данные же по накоплению нефтешламов в России показывают, что их переработка не перекрывает объемы годового образования. Таким образом, необходимо не только найти технологии переработки, но и рекомендовать и адаптировать к каждому спец-

ифическому типу отходов свою особую технологию из многих существующих. Выбор осложняется еще и тем, что многие технологии можно применять к отдельным видам отходов, но ни одна из них не удовлетворяет требованию универсальности и не может применяться ко всем типам загрязнений. Если рассматривать, например, технологии обезвреживания нефтезагрязненных земель, то обычно выделяются четыре основные группы технологий в зависимости от используемых методов. Некоторые из этих технологий требуют использования дополнительных реагентов, а то и приводят к образованию токсичных «хвостов», требующих специфической переработки.

Подобная ситуация сложилась и с переработкой шламов. Физико-химические методы их обезвреживания и переработки обладают несомненными преимуществами, но их применение также ограничивается многими факторами. К сожалению, никто не предлагает универсального решения, т.е. такого, которое было бы применимо к любому виду загрязнений при любых условиях.

Например, в случае разрыва трубы трубопровода необходимо не только найти технологию рекультивации загрязненных земель, но и провести анализ, как уровня и характера загрязнения, так и пораженной территории (это и картографирование, анализ глубины загрязнения, залегания грунтовых вод, геофизические загрязнения и т.д.), что поможет оценивать возможные последствия. Далее необходимо выбрать технологии сбора пораженной земли и, самое главное, – технологию переработки. Переработка загрязненной земли достаточно сложна, так как в смеси с нефтепродуктами содержится большое количество песка, глины, сажи, кроме того, продукт очень вязок, что представляет проблему для транспортировки и сжигания. В этом случае была предложена технология акустического воздействия на продукт, что приводит к его разжижению и позволяет осуществлять перекачку и очищение.

В процессе разделения образуется большое количество «хвостов», таких как загрязненный песок и тяжелые остатки, возможные способ обезвреживания которых включают отверждение, но при этом необходимо договориться о места их захоронения. Только после этого можно подходить к процессу рекультивации земли [1, 5].

В связи с постоянным ростом накопления отходов в 1980-е гг. появилась еще одна концепция безотходного производства. Очень многие институты подключались к разработке таких технологий, но стало ясно, что концепция применима только к весьма ограниченной группе производств. В частности, нефтепереработка и нефтехимия не могут быть безотходными.

Так как все перечисленные подходы не смогли коренным образом разрешить создавшуюся экологическую ситуацию, в конце XX в. мировым сообществом была выдвинута совершенно новая концепция – предотвращающая политика. Она заключается в поиске возможности предотвратить или уменьшить образование отходов. Эта политика называется «Более чистое производство» (БЧП), к настоящему времени она принята во всем мире как инновационная концепция, способная решить экологические проблемы предприятий.

Концепция БЧП носит универсальный характер. Понятно, что для обеспечения работы предприятия с наименьшими отходами и выбросами, с низкими энергетическими затратами и высоким качеством выпускаемой продукции необходим механизм слаженной работы всех звеньев производства. Но, как показывает практика, на многих предприятиях каждое подразделение решает свои задачи изолированно.