

СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ПЛАНИРОВАНИЮ ЭКСПЕРИМЕНТА И ВНЕДРЕНИЮ НОВЫХ ВИДОВ ПРОДУКЦИИ НА ПРИМЕРЕ ИСПЫТАНИЙ КОНЦЕНТРАТОВ МИНЕРАЛЬНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ ТРУБ КОРСИС

Андрей Королев, Анастасия Сухинина, Иван Лариков, Дмитрий Островский,
Елена Калугина, Михаил Кацевман

Трубы КОРСИС с двухслойной профилированной стенкой для безнапорной канализации по технологии итальянской компании POLICISO производятся Группой ПОЛИПЛАСТИК с 2005 г. С целью увеличения конкурентоспособности таких труб были проведены работы по дополнительному снижению их себестоимости. Один из путей снижения себестоимости труб КОРСИС – добавление концентратов минеральных наполнителей.

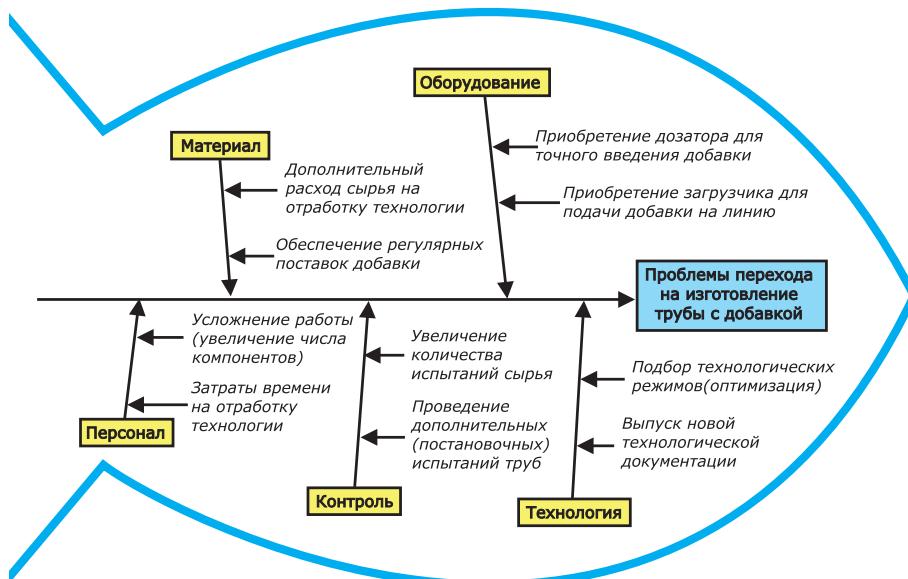
Введение минералонаполненных концентратов в производстве полимерных труб мы неоднократно обсуждали на страницах нашего журнала [1–3]. В марочном ассортименте композиционного подразделения Группы ПОЛИПЛАСТИК сегодня имеется несколько марок высоконаполненных концентратов минеральных добавок: «Армофлен ПОМН 75-1...4», «Армофлен ПОМН 80-4», «Армофлен ПОМН 85-1» и «Армлен ПЭ ТМ60-1...2». Эти концентраты различаются по типу полимерной матрицы (ПП или ПЭ), показателю текучести расплава и, соответственно, применяются в качестве добавки в изделиях из ПП или ПЭ, а также по типу и содержанию наполнителя (CaCO₃ или тальк).

Введение тонкодисперсного концентрата карбоната кальция «Армофлен ПОМН 75-3» в концентратиях более 10% (мас.) позволяет повысить кольцевую жесткость (ПЭВП или сополимеров ПП) труб КОРСИС. Тонкодисперсный наполнитель, диспергированный в полимерной матрице, оказывает положительное влияние на комплекс свойств полимерного материала [3]: реологические характеристики; теп-

лопроводность; анизотропию усадки; повышает модуль упругости при практически незначительном снижении ударной вязкости.

Если опыт применения концентратов CaCO₃ композиционного подразделения Группы ПОЛИПЛАСТИК (торговая марка «Армофлен») и аналогичных продуктов компании OMIА мы уже обсуждали, то результаты исследования влияния тальковых концентратов публикуются впервые.

Рис. 1. Возможные проблемы производства трубы КОРСИС с добавкой (причинно-следственная диаграмма)



Данная работа была проведена на Климовском трубном заводе в рамках проекта «Шесть сигм». Процессинговый подход к анализу целесообразности внедрения той или иной рецептуры в производстве труб с использованием методик, описанных в системе «Шесть сигм», представлялся достаточно интересным.

Логика процессингового подхода заключается в следующем:

- связь между результатами (Y) и факторами (X), оказывающими влияние на результаты процесса, можно представить формулой $Y = f(X)$;
- вариация показателей на выходе процесса является функцией вариаций показателей на входе процесса;
- вариации показателей на входе обусловлены главными причинами, которые необходимо найти и устранить.

Иными словами, нужно оптимизировать технологический процесс. На рис. 1 представлен анализ возможных проблем производства труб КОРСИС с использованием концентратов минеральных наполнителей с помощью причинно-следственной диаграммы.

Анализ каждого элемента этой диаграммы позволяет составить план мероприятий по внедрению, оптимизировать эксперимент и в конечном итоге сделать вывод о целесообразности внедрения.

На рис. 2 представлена гистограмма распределения кольцевой жесткости труб КОРСИС DN/OD 200 SN 8 из ПЭВП. Для составления данной гистограммы проанализирован весь массив данных производства одного типоразмера трубы на протяжении 1 года с использованием сырья разных производителей.

Анализ массива данных показал, что свойства сырья при остальных практически равных по своему влиянию составляющих (экструзионная линия, режим переработки и др.) оказывают самое значительное влияние на качество трубы, в первую очередь по показателю SN.

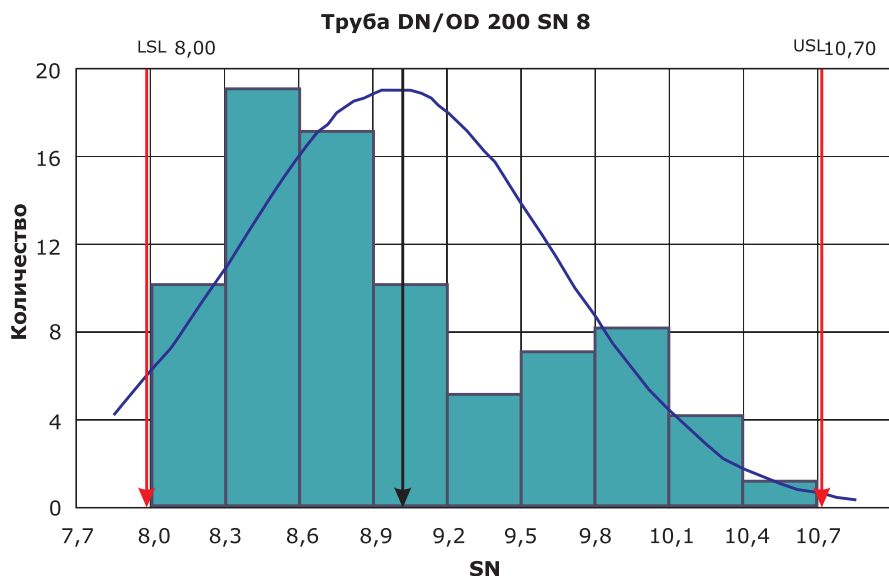


Рис. 2. Гистограмма распределения кольцевой жесткости труб КОРСИС из ПЭВП разных производителей

На рис. 3 представлены результаты экспериментов с введением талькового концентрата «Армлен ПЭ ТМ60-1».

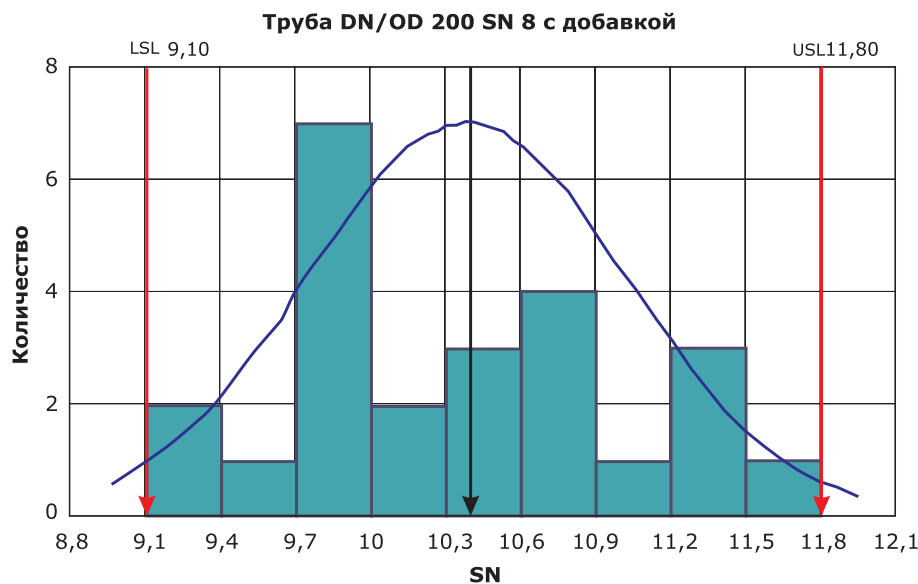
Введением минерального наполнителя – в данном случае талька – можно изменить кольцевую жесткость трубы в диапазоне от SN 10 до SN 12.

Сравнение кольцевой жесткости труб КОРСИС DN/OD 200 из нена-

полненного ПЭВП с трубами, изготовленными из этого же сырья, но с добавкой «Армлен ПЭ ТМ60-1», наглядно демонстрирует ящичная диаграмма (рис. 4). На рис. 5 приведены данные для кольцевой жесткости труб КОРСИС различного диаметра в ненаполненном и тальконаполненном варианте.

Полученные результаты наглядно демонстрируют эффективность ис-

Рис. 3. Гистограмма распределения кольцевой жесткости труб КОРСИС из ПЭВП с добавкой «Армлен ПЭ ТМ 60-1», введенной в диапазоне концентраций 5–20 мас. %.



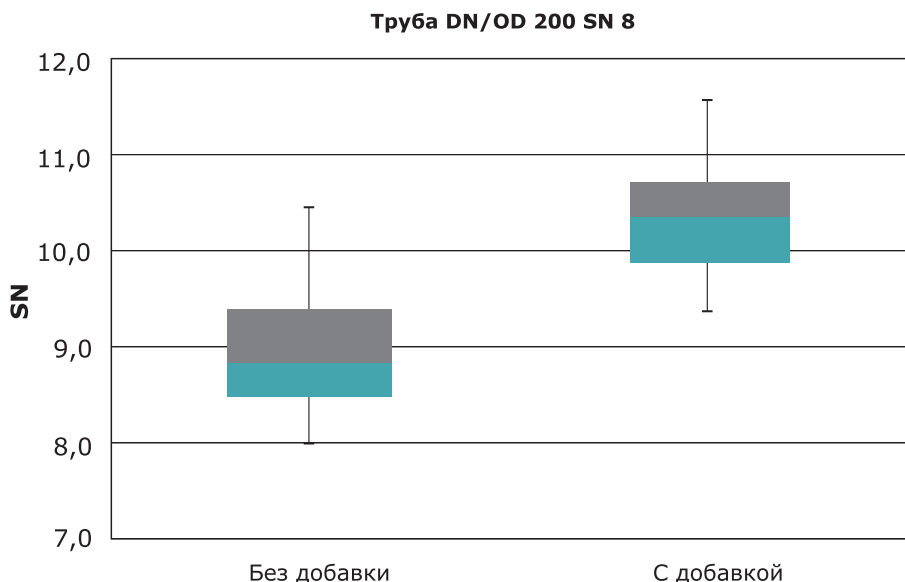


Рис. 4. Сравнение кольцевой жесткости трубы КОРСИС из ПЭВП с добавкой «Армлен ПЭ ТМ60-1» и без добавки (ящичная диаграмма)

пользования талькового концентрата – жесткость трубы при стандартном весе погонного метра увеличивается значительно, что подтверждено на трех исследованных типоразмерах труб. Результаты экспериментальных работ показали, что можно производить трубы более высокого класса жесткости, варьируя только концентрацию наполнителя. Для такой системы возможен и другой вариант: изготовление труб,

сопоставимых по SN с трубами из стандартного ненаполненного ПЭВП, но с меньшей толщиной стенки и, соответственно, пониженным весом погонного метра.

Казалось бы, мы добились желаемого технико-экономического эффекта. Однако общеизвестен факт, что введение наполнителя, особенно в высоковязкие полимеры, может дополнительно повысить вязкость (показатель текучести рас-

плава трубных марок ПЭ и ПП менее 1,0 г/мин), что может негативно сказаться на работе технологического оборудования. Поэтому при проведении экспериментальных работ мы тщательно отслеживали влияние добавки концентрата на давление массы в экструдере (рис. 6).

Важнейшим результатом в этом эксперименте, по нашему мнению, является снижение нагрузки на оборудование при использовании талькового концентрата. Можно предположить, что снижение вязкости расплава связано с разбавлением высоковязкого ПЭВП (ПТР_{190°С, 5 кг} = 0,3–1,0 г/10 мин.) концентратом минерального наполнителя с более высоким ПТР («Армлен ПЭ ТМ60-1» ПТР_{190°С, 5 кг} = 8–14 г/10 мин., «Армлен ПЭ ТМ60-2» ПТР_{190°С, 5 кг} = 2–8 г/10 мин.).

Согласно нормативной документации, для труб КОРСИС регламентируются следующие параметры:

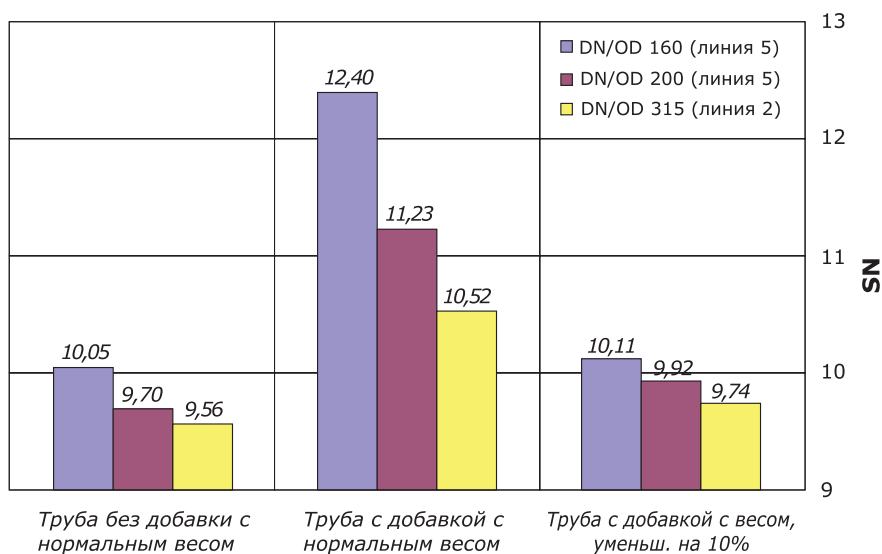
- геометрические размеры (наружный диаметр и толщина стенки наружного слоя);
- кольцевая гибкость при 30% деформации;
- стойкость к удару ступенчатым методом.

При любом изменении рецептуры необходимо исследовать влияние добавки на эти показатели, а также провести комплекс дополнительных испытаний, а именно оценить герметичность соединения с уплотнительным кольцом, стойкость к прогреву и коэффициент ползучести.

Проведение комплекса испытаний на трех типоразмерах труб КОРСИС, изготовленных с использованием концентрата «Армлен ПЭ ТМ60-1» в диапазоне концентраций 5–20% (мас.), показало перспективность использования этого продукта.

Наибольший вклад в структуру себестоимости трубы КОРСИС вносит стоимость сырья – 76,56%. Поэтому добавление 10–20% (мас.) талько-содержащего концентрата «Армлен ПЭ ТМ 60-1» позволяет заметно снизить себестоимость трубы.

Рис. 5. Влияние добавки «Армлен ПЭ ТМ60-1» на кольцевую жесткость труб «КОРСИС» различного диаметра



Добавление 20% концентрата «Армлен ПЭ ТМ 60-1» в наружный слой позволяет изготавливать трубу КОРСИС с весом на 10% легче указанного в нормативной документации без уменьшения кольцевой жесткости.

Как уже упоминалось, введение талькосодержащего концентрата «Армлен ПЭ ТМ 60-1» способствует снижению давления массы в экструдере. Например, при изготовлении трубы DN/OD 200 SN 8 отмечено уменьшение давления на 64–80 бар (18,8–23,5%).

Следует учитывать, что для достижения оптимального эффекта необходимо равномерное распределение минерального наполнителя в полимерной матрице, в данном случае талька, которое зависит как от свойств концентрата так и от технологических параметров производства трубы.

Применение при реализации данного проекта процессингового подхода методик «Шесть Сигм» позволило существенно оптимизировать эксперимент.

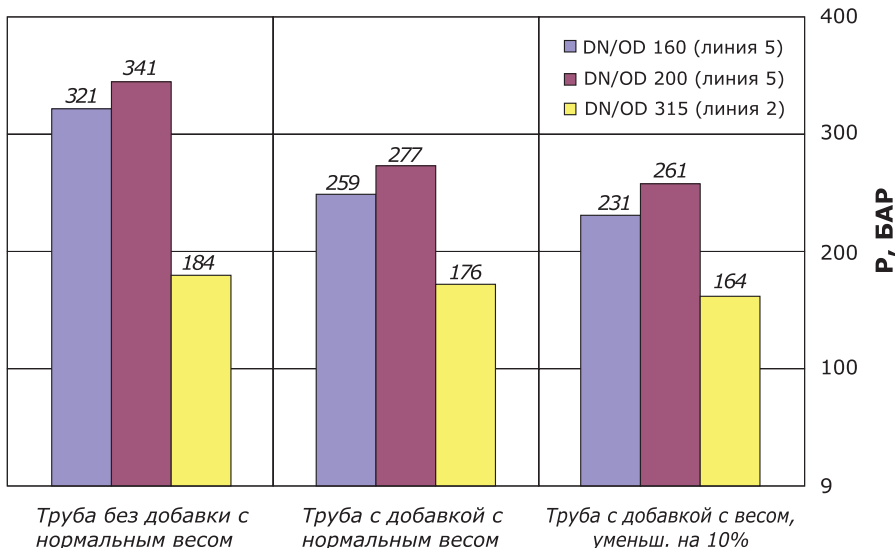


Рис. 6. Влияние добавки на давление массы в экструдере при изготовлении труб КОРСИС

Литература

1. Применение концентратов минеральных наполнителей в производстве полимерных труб. Часть 1. – Полимерные трубы, №1 (31), 2011. С. 31–33.
2. Применение концентратов минеральных наполнителей в производстве полимерных труб. Часть 2. – Полимерные трубы, №2 (32), 2011. С. 56–58.
3. Применение OMIALENE 102 M в производстве полиолефиновых труб. – Полимерные трубы, №3 (37), 2012. С. 54–55.

альных наполнителей в производстве полимерных труб. Часть 2. – Полимерные трубы, №2 (32), 2011. С. 56–58.

3. Применение OMIALENE 102 M в производстве полиолефиновых труб. – Полимерные трубы, №3 (37), 2012. С. 54–55.

42-520 Dabrowa Gyrnicza, ul. Chemiczna 6, POLAND
 tel /fax +48 32 2685625, 2605265
 e-mail: trans-quadro@trans-quadro.com.pl
www.trans-quadro.com.pl



**ПРОИЗВОДИТЕЛЬ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ПОЛИЭТИЛЕНА
 С ЭЛЕКТРОЗАКЛАДНЫМИ НАГРЕВАТЕЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ**



ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ:
 ООО «ЭРГО-Пласт», 620144, г.Екатеринбург, ул.Фрунзе, 96
 тел./факс: +7 (343) 222-72-90, e-mail: info@ergo-plast.ru