

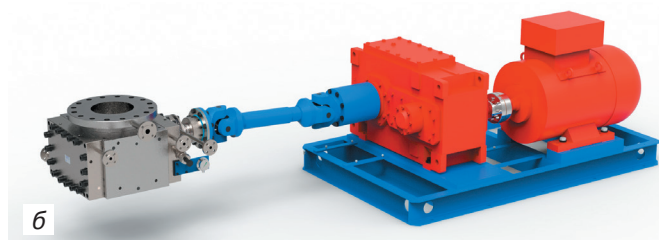
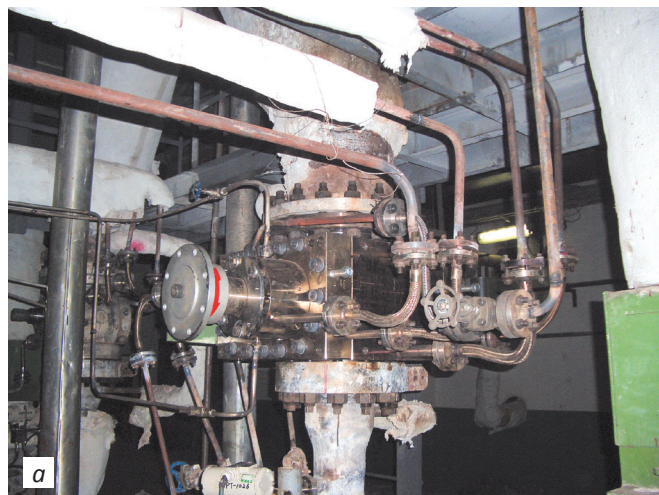
Увеличение производительности установки по выпуску ПЭТ

Повышение спроса во всем мире на продукцию из полимерных материалов вызывает необходимость увеличения эффективности работы оборудования, сконструированного для определенной производительности выпуска того или иного полимера. В некоторых случаях требуется увеличить выход готовой продукции не менее чем на 200 %. Известно, что большинство установок и реакторов подходит для более высокой производительности, но ограничительным фактором в этом случае оказывается выгрузной насос.

Х. Кремер, руководитель сервисного отдела компании Witte Pumps & Technology (г. Торнеш, Германия)

При увеличении производительности уже существующих установок по производству полимеров ограничительным фактором часто является насос выгрузки синтезированного полимера из реактора. Задачей этого насоса является перекачка высоковязкого расплава полимера из реактора на фильтр, а затем на узел гранулирования. Особую проблему при увеличении расхода представляют потери давления на всасывающем патрубке насоса выгрузки. В неблагоприятных случаях камера насоса наполняется недостаточно, что приводит к кавитации в перекачиваемом расплаве. Неизбежным следствием этого нежелательного явления становится резкое падение производительности установки.

На протяжении десятилетий компания WITTE является одним из ведущих мировых лидеров по производству шестеренчатых насосов (о некоторых инновационных конструкторско-технологических решениях компании в этой области см. также в ПМ № 1, 2019, с. 38–39 и № 4, 2019, с. 38–40 – *Прим. ред.*). Используя многолетний опыт и новые разработки, специалисты компании смогли достичь оптимальных результатов при модернизации установки по производству полиэтилентерефталата (ПЭТ). Целью модернизации было увеличить в три раза производительность с минимальными затратами. При этом увеличение числа оборотов установленных насосов было исключено, поскольку это привело бы к высоким потерям давления и кавитации. Кроме того, высокая скорость сдвига в расплаве имела бы отрицательное воздействие на качество полимера. Единственным возможным решением была замена используемых насосов на насосы с большим объемом вытеснения за один оборот. В тесном сотрудничестве с заказчиком и исходя из требуемых технических характеристик компанией были предложены насосы значительно большего типоразмера (см. рисунок и таблицу). Вместе с тем новые насосы должны были иметь установочные размеры, точки подключения и монтажную высоту, аналогичные используемому ранее насосу. Однако сохранение габаритов при увеличенной производительности приводит к гидравлическим потерям.



Внешний вид (а) и схематичное представление (б) насоса POLY 3200-180-180, который вписан в установочные размеры насоса POLY 716-110-110 значительно меньшей производительности

Технические характеристики старого (POLY 716-110-110) и нового (POLY 3200-180-180) насосов

Характеристика	POLY 716-110-110	POLY 3200-180-180
Рабочая производительность, кг/ч	2700	7500
Межосевое расстояние, мм	110	180
Ширина шестерни, мм	110	180
Диаметр всасывающего патрубка, мм	250	400
Диаметр напорного патрубка, мм	125	200
Монтажная высота, мм	430	640

Согласно известному закону *Пуазейля*, при установившемся ламинарном течении вязкой жидкости сквозь трубопровод потери давления Δp (Па) обратно пропорциональны четвертой степени диаметра d (м) трубопровода:

$$\Delta p = 128 \eta Q l / \pi d^4,$$

где Q – объемный расход жидкости, м³/с; η – коэффициент динамической вязкости жидкости, Па·с (в случае ПЭТ – от 420 до 700 Па·с); l – длина трубы, м.

Казалось бы, наиболее простым решением здесь может стать увеличение диаметра патрубка всасывающей линии, но как раз сохранение величины диаметра было одним из основных технических условий проекта, что оказалось одной из главных проблем. Решить ее помогло зеркальное полирование внутренней поверхности фланцев, которое позволило существенно уменьшить коэффициент внешнего трения расплава ПЭТ о стенку фланцев и сократить тем самым значение $NPSH_{\text{required}}$ – минимального давления на всасывании, обеспечивающего безаварийную работу насоса. Иными словами, за счет этого решения было существенно снижено гидравлическое сопротивление насоса. Кроме того, была гидродинамически оптимизирована конструкция всасывающего патрубка, которая препятствует возникновению кавитации. Критическим фактором также является монтажная высота насоса, так как в отличие от стандартного исполнения данной модели высота агрегата уменьшилась на 33 %.

В то же время корпус насоса должен быть достаточно прочным и жестким, чтобы справиться с увеличенными нагрузками из-за более высокой производительности. В результате был специально разработан корпус насоса из ковanej нержавеющей стали марки 1.4313 (аналог E415). Помимо того, что эта мартенситная сталь хорошо поддается сварке, она обладает более высокой прочностью по сравнению с ранее использованной сталью 1.4571 (316Ti).

В результате всех проведенных конструкторско-технологических мероприятий удалось избежать дорогостоящих работ по переоборудованию реактора и трубопровода. Эксплуатация модернизированной установки показала, что она соответствует всем требованиям, предъявленным к данному оборудованию. Установка работает без сбоев, а ее производительность благодаря новому шестеренчатому насосу выросла почти в три раза при сохранении качества производимого ПЭТ на том же уровне. ■

Increase in Productivity of PET Production

H. Kremer

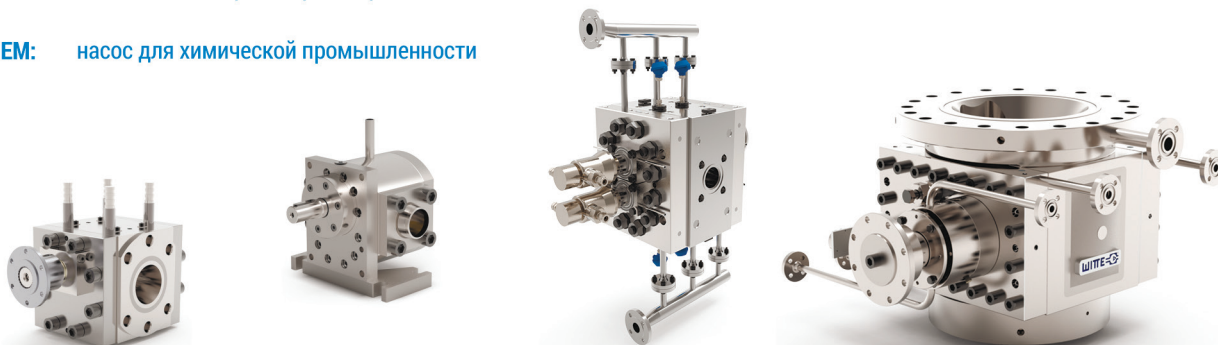
The enormous need for polymers worldwide emerged a typical problem to polymer plant owners. Although their plants have been designed for a certain capacity, a higher throughput is always requested. Sometimes the capacity is increased by more or less than 200%. Most of the machines and reactors are suitable for higher capacities, but it is a well known problem that especially polymer discharge pumps are a typical bottleneck. Gear pump company Witte Pumps & Technology has increased the productivity of the installation three times without reducing the quality of the products.

ШЕСТЕРЕНЧАТЫЕ НАСОСЫ ВЫСОКОЙ ТОЧНОСТИ

WITTE 
PUMPS & TECHNOLOGY

- **EXTRU:** шестеренчатый насос для экструзии расплава
- **BOOSTER:** бустерный насос для полимеров
- **POLY:** насос выгрузки средневязких и высоковязких сред из реактора
- **CHEM:** насос для химической промышленности

Шестеренчатые насосы для процессов полимеризации, экструзии и компаундирования. Диапазон рабочих характеристик **WITTE** охватывает всю технологическую цепочку производства полимеров от подачи преполимера в процесс до этапа гранулирования. Мы также предлагаем насосы для переработки и производства каучука и для перекачки реагентов в химической промышленности. Цель компании – повышение показателей надежности технологических процессов клиента с помощью шестеренчатых насосов.



WITTE PUMPS & TECHNOLOGY GMBH
Lise-Meitner-Allee 20
25436 Tornesch, Hamburg
Germany

WITTE 
PUMPS & TECHNOLOGY

VODACO
Engineered.

Представительство в России:
000 «ВОДАКО»
127566 г. Москва, Алтуфьевское ш.,
д. 48, корп. 2 | +7 (495) 225-95-98
pumps@vodaco.ru | witte-pumps.ru