

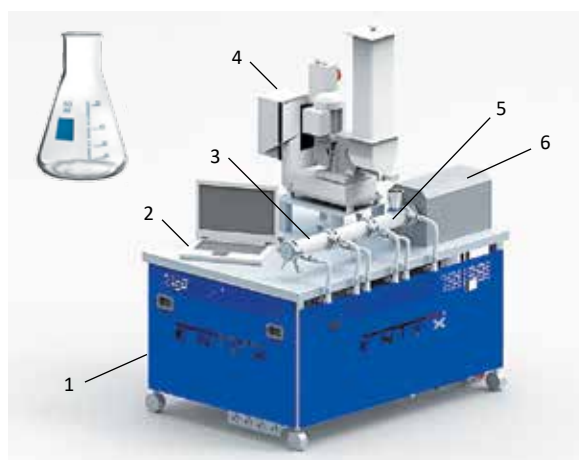
# Лабораторный планетарный экструдер

В текущем году исполняется 160 лет колбе Эрленмейера, известной всем химикам как коническая колба, и ровно 60 лет назад был запатентован принцип работы планетарного вальцевого экструдера, который так же, как эта колба в химической промышленности, обладает самыми широкими возможностями в промышленности переработки пластмасс.

**Х. Руст, Т. Саседски, ENTEX, С. В. Посадский,** представитель ENTEX в России и странах СНГ

Лабораторные планетарные экструдеры могут все то же, что и их «большие братья» из «семьи» планетарных экструдеров, и отличаются от них только своей компактностью. Благодаря универсальности, они могут быть использованы не только для проведения экспериментальных лабораторных работ, но и для серийного производства небольших партий полимерного гранулята. В этих случаях такие экструдеры бывают предпочтительней некоторых промышленных экструзионных линий, работающих с массовой производительностью до несколько тонн в час.

Лабораторный экструдер L-WE 30 является самой последней и самой компактной версией экструзионных планетарных систем производства компании ENTEX



**Рис. 1.** Новый лабораторный планетарный экструдер L-WE 30 МЗ – своего рода «колба Эрленмейера XXI века»: 1 – термостатирующая система; 2 – ноутбук в качестве блока управления; 3 – вальцевой цилиндр; 4 – гравиметрический дозатор; 5 – планетарный цилиндр загрузки материала; 6 – привод (все рисунки: ENTEX)

Rust & Mitschke GmbH (г. Бохум, Германия), которые широко используются, например, в полимерной, химической, фармацевтической и косметической отраслях промышленности (рис. 1). Популярность этих экструдеров среди перера-

ботчиков не в последнюю очередь объясняется модульным принципом их конструкции. Поскольку компоненты технологических секций L-WE 30 могут быть изготовлены из нержавеющей стали или других металлов, пригодных для контакта



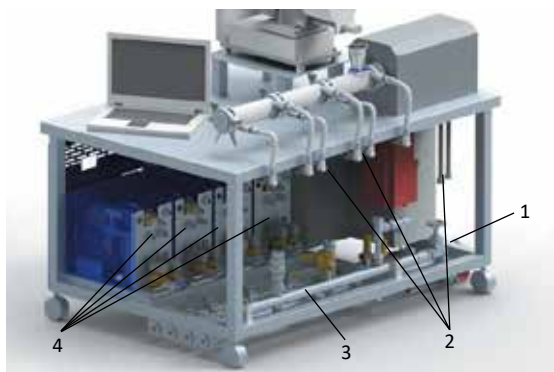
Планетарный вальцевый экструдер L-WE 30  
Для лабораторий и исследовательских центров

с пищевыми продуктами, и легко поддаются очистке, этот лабораторный экструдер также подходит для разработки новых процессов производства пищевых продуктов.

L-WE 30 обладает всеми преимуществами «большого» планетарного экструдера, в числе которых:

- точное поддержание температурного режима по зонам экструдера;
- высокая эффективность процессов пластикации, смешивания компонентов и гомогенизации перерабатываемого материала, которая во многом объясняется утоньшением и вальцеванием его слоев, что характерно для всех планетарных экструдеров;
- низкие напряжения сдвига в перерабатываемом материале;
- большая площадь поверхности теплообмена расплава с цилиндром и центральным шнеком и, как следствие, короткое время пребывания материала при температурах переработки, что особенно важно для термочувствительных полимеров типа ПВХ;
- пониженное энергопотребление.

При скорости вращения шнека до 1000 об/мин выходной крутящий момент составляет максимально 200 Н·м, а массовая производительность – 0,5–10 кг/ч в зависимости от рецептуры перерабатываемой смеси и технологических параметров экструзии. Вместе



**Рис. 2.** Система термостатирования экструдера L-WE 30:

1 – подключение входящих и выходящих потоков холодной и нагретой первичных сред; 2 – подключение контуров термостатирования технологического узла экструдера; 3 – распределитель; 4 – блоки теплообменников

с тем, при необходимости, этот новый лабораторный экструдер может работать и с очень малой производительностью – всего несколько сотен грамм в час. Следует заметить, что, поскольку зубчатое зацепление шнеков L-WE 30 имеет относительно малые размеры, исходный гранулированный материал должен быть предварительно измельчен.

В базовой версии экструдера недавно разработанная система вторичных контуров жидкостного термостатирования обеспечивает эффективное и точное поддержание температуры по зонам экструдера (рис. 2). Дополнительные преимущества этой системы заключаются в значительно меньшем времени выхода на рабочий температурный режим и, следовательно, значительно меньших потерях энергии, а также в возможности эффективного охлаждения. Для нагрева до 160 °С в качестве термостати-

рующей среды может использоваться перегретая вода, для более высоких температур используется масло. В зависимости от оснащения экструдера, его нагревательной мощности и требуемой рабочей температуры процесс нагрева технологической секции от комнатной до заданной температуры занимает всего лишь несколько минут, как и процесс охлаждения. Такая эффективность процессов нагрева и охлаждения, недоступная для традиционных экструдеров, позволяет существенно ускорить проведение экспериментальных работ или же сократить время перехода на новую партию материала в условиях серийного производства.

В экструдерах стандартного исполнения, предназначенных для работы при температурах до 160 °С, система теплообмена, в которую подаются первичные термостатирующие среды, например предварительно нагретая и холодная вода, встроена в нижнюю часть

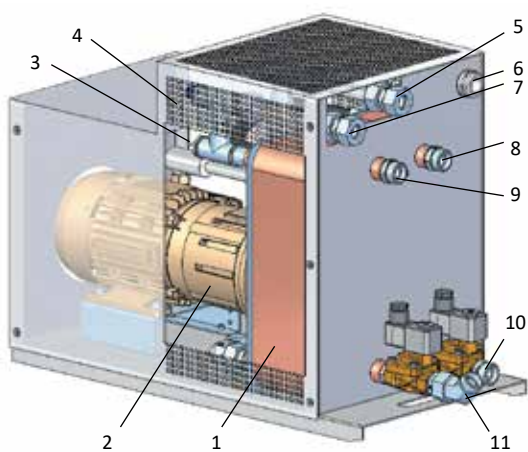
**ENTEX®**  
экструзия без границ

Технический центр ф. ENTEX, г. Бохум

Представительство ENTEX по РФ и СНГ  
ООО «Гайсс РУС»

445037, г. Тольятти, ул. Фрунзе 14Б, офис 326,  
Тел./Факс: +7 (8482) 20 59 82  
8 (800) 350-74-48 | Моб.: +7 (927) 781 56 33  
info@geiss.ru | www.geiss.ru | www.entex.de





**Рис. 3.** Блок теплообменника:  
 1 – пластинчатый теплообменник;  
 2 – периферийный шестеренчатый насос мощностью 1,5 кВт;  
 3 – термометр сопротивления;  
 4 – вытяжной вентилятор;  
 5 и 7 – подключение выходящего и входящего потоков термостатирующей среды соответственно;  
 6 – подключение электропитания;  
 8 и 9 – подключение выходящих потоков холодной и нагретой первичных сред соответственно;  
 10 и 11 – подключение входящих потоков холодной и нагретой первичных сред соответственно

станции экструдера. В экструдерах, рассчитанных на работу с более высокими температурами, во избежание перегрева его элементов теплообменные блоки размещены в отдельном агрегате.

В качестве первичных источников тепла и систем охлаждения можно использовать либо уже имеющиеся на производстве системы нагрева и контуры водяного охлаждения, либо дополнительные термостаты и охладители. Первичные нагревательные и охлаждающие среды подаются централизованно и поступают через распределители в отдельные теплообменные блоки, через которые осуществляется управление вторичными контурами термостатирования.

Для каждого вальцевого цилиндра и центрального шнека предусмотрены собственные теплообменники, с помощью которых можно осуществлять независимое регулирование их температуры (рис. 3). Если требуется более 3 цилиндры, то системы нагрева и охлаждения 2 цилиндров можно объединить в единый контур и регулировать их температуру только через один теплообменник. Малая длина трубопроводов подачи термостатирующих сред не только ускоряет регулирование температуры, но и сокращает потери тепловой энергии в окружающую среду, в том числе за счет излучения.

В качестве альтернативы можно (а при высоких температурах процесса необходимо) подавать тепло непосредственно в технологическую секцию экструдера с помощью термостатов, не используя теплообменники.

Благодаря своим компактным размерам (длина – 1300 мм, ширина – 900 мм, минимальная высота – 950 мм) L-WE 30 не требует большого пространства и устанавливается на роликах, которые фиксируются после установки экструдера на месте работы. Для его подключения в лаборатории требуются только трехфазная розетка с питанием 380 В/63 А и система подачи нагретой и охлаждающей сред.

Рабочая высота станины экструдера одним нажатием кнопки может быть легко и индивидуально отрегулирована под оператора или с учетом высоты дополнительных устройств типа дозатора или расположенного рядом вспомогательного автономного оборудования (рис. 4).

В настоящее время планетарный экструдер – это уже не просто классическая система компаундирования для производства, например, гранулята ПВХ, а система, которая охватывает весь спектр технологий компаундирования и экструзионной переработки пластмасс и представляет собой оптимальный симбиоз конструкции и систем теплообмена.

За счет специальной геометрии вальцевых цилиндров существенно повышена интенсивность процессов теплообмена между термостатирующей средой и перерабатываемым материалом в его слоях толщиной всего 1,5 мм, что возможно только при использовании данного типа экструдера. Во многом благодаря этому планетарный экструдер ENTEX сочетает в себе экономичность и экологичность и, таким образом, является наиболее энергоэффективной модульной экструзионной системой не только настоящего, но, очевидно, и будущего.

При разработке новых материалов и технологических процессов экструдер L-WE 30 открывает возможности, которые сложно реализовать с использованием других систем компаундирования. Будь то плавление, смешивание, термостатирование, охлаждение, компаундирование, диспергирование, сушка, осуществление химических реакций, дегазация или все это одновременно в разных технологических зонах – благодаря модульной конструкции лабораторных планетарных экструдеров ENTEX значительно расширяются возможности подготовки и переработки полимерных материалов, в том числе чувствительных к термомеханическому воздействию.

Искусство современного технологического инжиниринга заключается в исключении из процесса тех операций, которые снижали бы производительность линий. Даже очень сложные химические и физические процессы, в том числе гомогенизация компаундов, могут быть реализованы с помощью различных вариантов конфигурации модульной системы экструдера ENTEX.



**Рис. 4.** Для удобства работы экструдер легко выставляется по нужной высоте с ее бесступенчатой регулировкой

## Принцип действия планетарного экструдера

Принцип действия типового планетарного экструдера ENTEX будет понятен на примере его технологического модуля, предназначенного для работы с трудноперерабатываемыми полимерными материалами типа высоконаполненных компаундов ПВХ (см. рисунок). Такой экструдер фактически представляет собой экструзионную линию, состоящую из двух секций. Первая секция, в свою очередь, состоит из планетарного вальцевого экструдера с питающим одношнековым экструдером, а вторая – из одношнекового экструдера. Обе экструзионные секции оборудованы трехфазным двигателем переменного тока, который может работать в различных скоростных диапазонах. Перерабатываемый материал с помощью дозатора подается в одношнековую питающую зону планетарного экструдера.

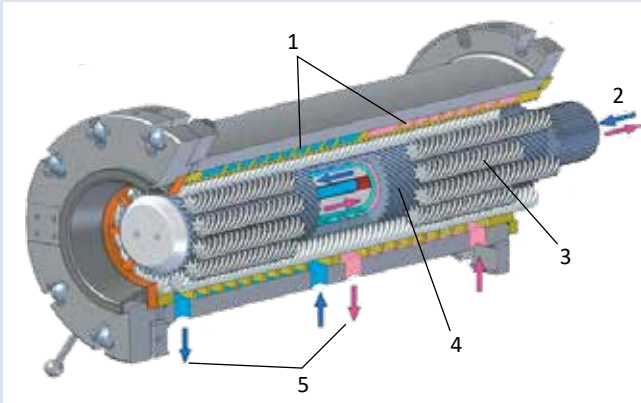


Схема технологического модуля двухсекционного планетарного экструдера ENTEX: 1 – контур нагрева и охлаждения; 2 – внутренняя система нагрева и охлаждения; 3 – планетарные шнеки; 4 – центральный шнек с контуром нагрева и охлаждения; 5 – внешняя система нагрева и охлаждения

Планетарный вальцевой экструдер имеет центральный шнек с зубчатым спиралевидным зацеплением под углом  $45^\circ$  с планетарными шнеками, которые вращаются между центральным шнеком и цилиндром. Во время этого процесса материал захватывается зубчатым зацеплением шнеков в соответствующей зоне, раскатывается тонким слоем и транспортируется вперед при помощи спиралевидного зубчатого зацепления. Повторное раскатывание материала тонким слоем и большая площадь поверхности теплообмена с цилиндром и центральным шнеком способствуют оптимальному диспергированию различных ингредиентов в компаунде и его полной гомогенизации и обеспечивают короткое время пребывания компаунда при температуре переработки и существенную экономию электроэнергии как в процессе пластикации материала, так и во всем процессе в целом. За счет спиралевидной зубчатой передачи планетарной вальцевой экструдер является самоочищающейся системой, а остатки материала обычно полностью удаляются из экструдера, что особенно важно при переработке чувствительных к температуре полимеров.

В зоне между первой и второй секциями материал вакуумируется, а во второй секции шнек увеличенного размера с двухзаходной нарезкой подает уже готовый материал вперед. При этом материал выдавливается через фильеру при низкой скорости вращения шнека с незначительным сдвиговым воздействием на материал, поэтому увеличение температуры расплава незначительно. После второй секции материал, преодолевая сопротивление фильеры, подается на стадию грануляции.

В ассортимент перерабатываемых на планетарном вальцевом экструдере входят высоконаполненные рецептуры, в том числе со стеклянными сферами, термостойкие инженерные пластики, например, на основе ПА, биоразлагаемые пластики, полимерно-битумные концентраты, девулканизируемая резина из резиновой крошки и многое другое. Кроме того, возможное снижение в рецептурах дорогостоящих добавок позволяет уменьшить себестоимость продукции.

В стандартную поставку L-WE 30 входят (рис. 5):

- регулируемая по высоте станина;
- электросхема, полностью готовая к работе по принципу «plug-and-play» («включай и работай»);
- 3 вальцевых цилиндра, включая 1 планетарный цилиндр загрузки материала;
- по 6 планетарных шнеков на каждый вальцевой цилиндр;
- один центральный шнек в исполнении МЗ;
- комплект интегрированных контуров жидкостного термоста-

тирования с индивидуальной настройкой температуры для каждого вальцевого цилиндра и центрального шнека;

- обычный ноутбук в качестве блока системы управления;
- переднее стопорное кольцо или сопло с формующим каналом круглого сечения.

Имеются также другие конфигурации экструдера и дополнительное оборудование, такое как гравиметрические дозирующие весы, подключаемые сбоку дополнительные устройства загрузки или дегазации,

различные типоразмеры диспергирующих колец, узлы впрыска жидкостей, дополнительные датчики давления и температуры расплава и запатентованный радиальный гранулятор. Все атрибуты известных лабораторных установок подобного назначения также используются в L-WE 30.

В настоящее время разрабатываются решения для L-WE 30, которые позволят вести переработку при очень высоких температурах – вплоть до  $350^\circ\text{C}$ , а на будущее запланированы и специальные решения для температур до  $400^\circ\text{C}$ .

### The Laboratory Planetary Extruder

H. Rust, T. Sasiedzki, S. Posadski

*Laboratory planetary roller extruder L-WE 30 offer everything that the «big» planetary roller extruders can do, only in smaller, more compact sizes. Due to their versatility, they are mostly used as experimental extruders in laboratories or for the production of small quantities. The L-WE 30 was designed for experimental extrusion trials and is a further addition to the established extruder modular system, which is be used e.g. in the plastics, chemical, pharmaceutical and cosmetics industries. ■*

Рис. 5. Примеры компонентов, входящих в стандартную поставку экструдера L-WE 30

