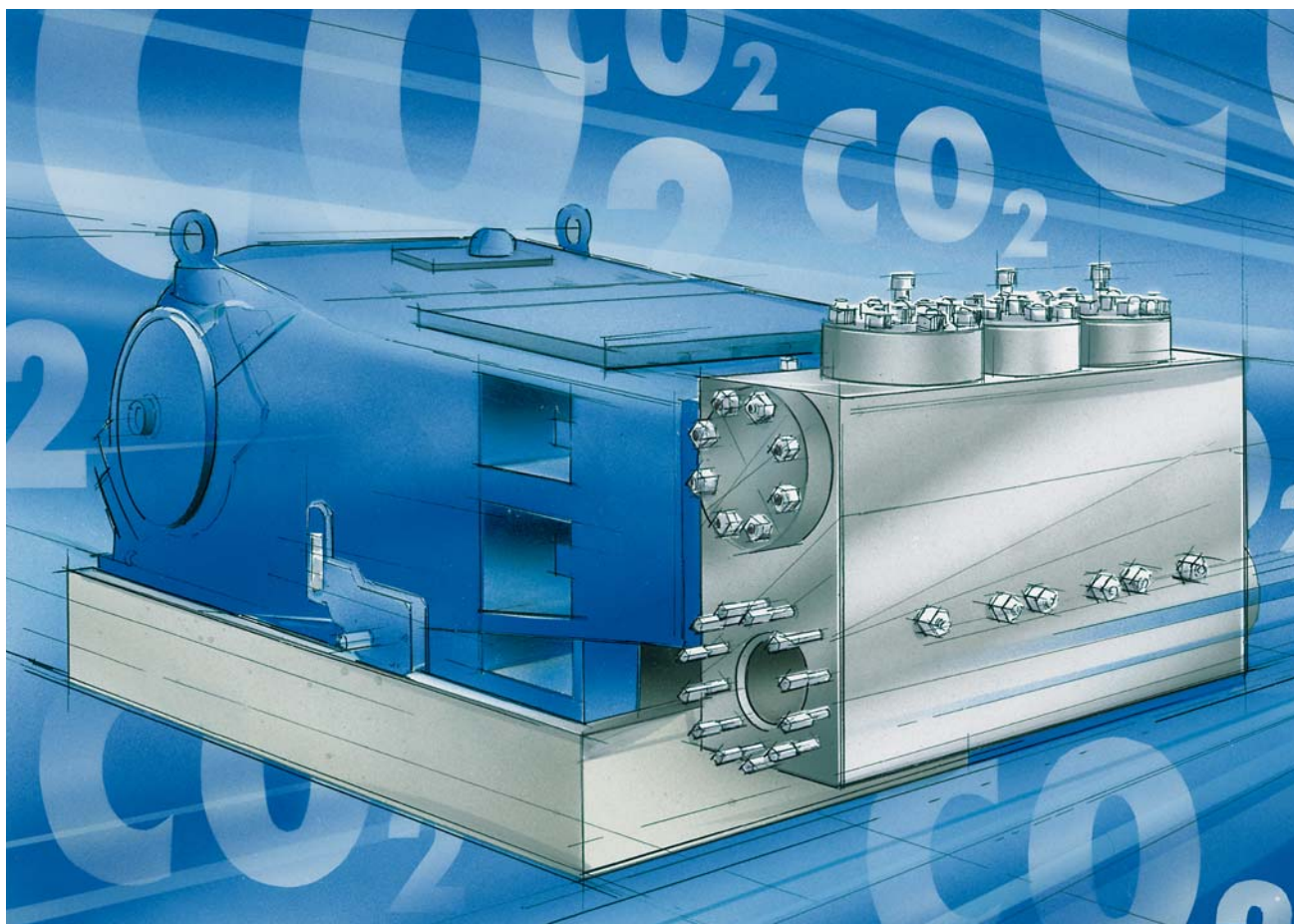


Вытеснительные насосы для экстракции CO₂

URACA



Компетенция мирового уровня в области техники высокого давления.

Вытеснительные насосы для экстракции CO₂

Способом экстракции CO₂ можно получить более чистые и тем самым более ценные конечные продукты. Оптимальный ход процесса зависит от качества и регулируемости технологических параметров в области высоких давлений. Предпосылкой для уверенного управления технологическими параметрами в процессе экстракции CO₂ является обладание специфическим ноу-хау как в области экстракции, так и в области строительства осциллирующих вытеснительных насосов. Если данные предпосылки соблюдены, то насосы легко настроить на условия процесса экстракции и добиться необходимой технологической надежности, как это описано ниже.

Способ экстракции CO₂ является перспективным способом разделения, который все чаще применяется в промышленных целях. Первая промышленная установка разделения была спроектирована в 1973 г. и запущена в производство в 1979 г. Позднее вступили в строй другие более мощные установки. Эффективное промышленное использование данной технологии подразумевает высокую эксплуатационную надежность важнейших компонентов системы. Поэтому ключевую роль в данном процессе играют насосы, повышающие давление жидкого CO₂.

Пищевая и фармакологическая промышленность ставят высокие требования к качеству и экономическим показателям процесса извлечения активных и ценных веществ, ароматических и вкусовых экстрактов. Несмотря на то, что растворяющие свойства диоксида углерода известны уже давно, только в последнее время они нашли свое промышленное применение. Преимущественное применение процесса — в экстракции растительного сырья.

Ключевыми достоинствами экстракции жидким CO₂ является, с одной стороны, очень щадящая термальная обработка сырья и, с другой стороны, чистота конечного продукта, т.е. в экстрактах не содержатся остатки растворителя. Кроме этого, данная технология способна к высокой селективности. Из одного и того же сырья путем подбора технологических параметров (температуры и давления) можно извлекать различные ценные и активные элементы. Свойства жидкого CO₂ ставят задачу точного соблюдения уровней давления, температуры и объемного потока в реакторе экстракции заданным параметрам технологического процесса.

Нагнетание и регулирование объемного потока предпочтительно осуществлять в вытеснительном насосе, так как он лучше всего выполняет требования к управляемости и созданию постоянного объемного потока, что как нельзя лучше согласуется со свойствами CO₂. Путем уменьшения вредного пространства в осциллирующем вытеснительном насосе можно добиться хорошего показателя

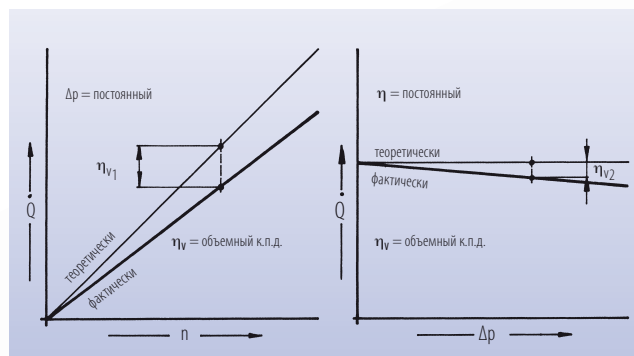


Рис. 1 Зависимость объемного потока в вытеснительном насосе от числа оборотов насоса и рабочего давления.

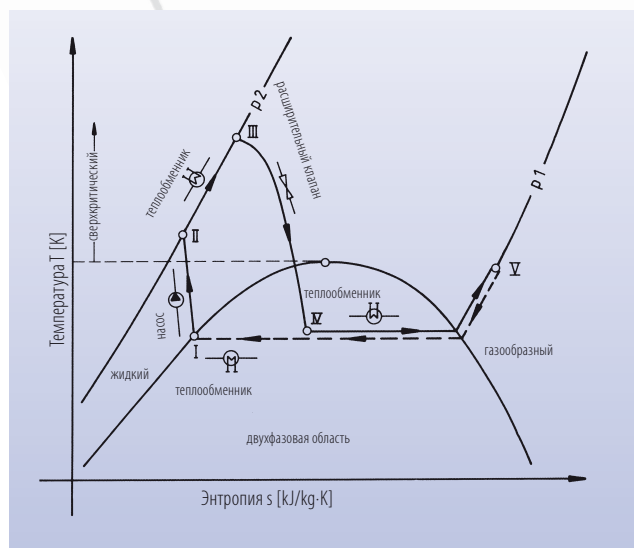


Рис. 2 TS-диаграмма процесса экстракции CO₂.

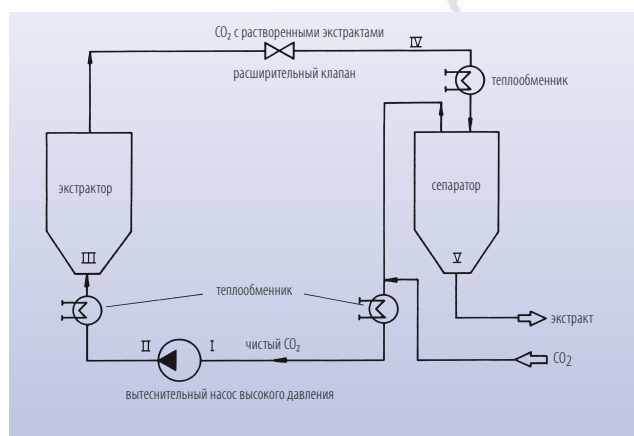


Рис. 3 Схема технологических компонентов в установке экстракции CO₂.

объемного к.п.д., несмотря на объемную упругость жидкого диоксида углерода. Благодаря высоким технологическим давлениям и относительно небольшим объемам потока данный тип насоса хорошо подходит для применения в процессах экстракции CO_2 . Он представляет собой особую категорию насосов, которые при общем выгодном коэффициенте полезного действия, т.е. при экономичном достижении требуемых технологических параметров, точно поддерживает их в ходе рабочего процесса. Высокая стабильность процесса обеспечивается постоянным уровнем отношения числа оборотов к объемному потоку и его независимостью от рабочего давления. Такое поведение осциллирующего вытеснительного насоса изображено на рис. 1.

Циклический процесс экстракции CO_2 при высоком давлении

На рис. 2 показана TS-диаграмма давления и температуры жидкого CO_2 в циклическом процессе экстракции. Жидкий диоксид углерода сжимается через осциллирующий вытеснительный насос от точки I до точки II. Давление повышается от уровня p_1 на всасывании до p_2 на выходе. CO_2 , сжатый до уровня технологического давления p_2 , нагревается в теплообменнике от точки II до точки III и доводится до температуры технологического процесса. В сепараторе технологическое давление диоксида углерода снижается с точки III до уровня точки IV

и, благодаря испарению от точки IV до точки V, освобождается от менее летучих полезных веществ. «Очищенный» таким образом CO_2 в ходе процесса конденсируется от точки V до точки I, охлаждается и снова поступает на сторону всасывания вытеснительного насоса на точку I.

Изменяя технологические параметры давления, температуры, объемного потока и времени реакции, можно изменять растворяющую способность экстрагирующего агента и использовать его для различного сырья с получением различных экстрактов. Из одного и того же сырья можно селективно извлекать несколько полезных веществ, как об этом упоминалось выше. Кроме уже названной пищевой и фармакологической промышленности, данный способ находит свое применение и в других областях, например, в нефтехимии для промышленного извлечения различных экстрактов.

В установке экстракции CO_2 работают четыре основных компонента:

- вытеснительный насос высокого давления – для сжатия и перекачки жидкого экстрагента CO_2 ,
- сосуд высокого давления для проведения экстракции, так называемый экстрактор,
- еще один сосуд высокого давления, в котором происходит отделение извлеченного экстракта от газа носителя, так называемый сепаратор,
- различные теплообменники для получения температур экстракции и разделения веществ.



Рис. 4 Вытеснительный насос URACA KD827 для процесса экстракции CO_2 .

Технологическая последовательность размещения данных компонентов показана на рис. 3. В данных аппаратах протекает циклический процесс от стадии I до стадии V, его TS-диаграмма помещена на рис. 2.

Требования к вытеснительному насосу, перекачивающему жидкий CO_2

К конструкции насоса, работающего в процессе экстракции CO_2 , ставятся особые требования. Для того, чтобы привести CO_2 в сверхкритическое состояние, вначале он должен быть сжат в насосе до сверхкритического давления. Жидкий диоксид углерода, по сравнению с водой, обладает значительно более высокой объемной упругостью. Важные для расчета производительности показатели плотности (на сторонах всасывания и нагнетания) можно взять из таблицы термодинамических показателей агрегатного состояния. Но при наращивании давления возникают отклонения от теоретического расчета, которые следует

преодолеть. Отклонения являются следствием неконтролируемости температуры в ходе сжатия. Из-за этого в мощных насосах возникает неточность производительности подачи, которую можно устранить только опытным путем и измерениями на работающем насосе.

Для объяснения таких отклонений были проведены измерения в рабочем объеме осциллирующего вытеснительного насоса на пилотной установке. Целью проведения замеров было предоставление конструкторам данных, учитываемых при создании технологического насоса. Для этого 3-х плунжерный насос пилотной установки был оснащен приборами одновременного измерения давления в рабочем объеме, температуры на входе и выходе, температуры охлаждающей среды, температуры окружающего воздуха. На рис. 5 показано оснащение насоса измерительными средствами.

URACA – масштаб качества

URACA

На диаграмме рис. 6 показан процесс нарастания давления синхронно с ходом плунжера. На участке от А до В насос всасывает жидкий CO_2 . На участке от В до С происходит его сжатие до уровня рабочего давления, и на участке от С до D сжатый CO_2 вытесняется в линию высокого давления. Соотношение участков от С до D и от В до D дает объемный к.п.д. сжатия, который из-за высокой объемной упругости жидкого диоксида углерода ниже, чем у воды. Для точного расчета объемного к.п.д. служат показания измерений, проведенных на пилотной установке. На участке от D до А происходит расширение CO_2 , остающегося во вредном пространстве насоса. В точке А начинается новое всасывание.

Подобные измерения (при переменных рабочих состояниях) оказывают важную помощь при создании отвечающего практическим задачам вытеснительного насоса CO_2 . Они дают возможность конструкторам предоставить насос, точно достигающий требуемых технологических параметров, несмотря на высокую объемную упругость перекачиваемого диоксида углерода.

Наряду с технологическими требованиями стоят также требования повышенной усталостной прочности конструктивных элементов насоса, а также плавной, без явлений кавитации, работы насоса при общем высоком к.п.д. насоса. Особые требования ставятся к уплотнению проточной части и к плотности клапанов всасывания и нагнетания.

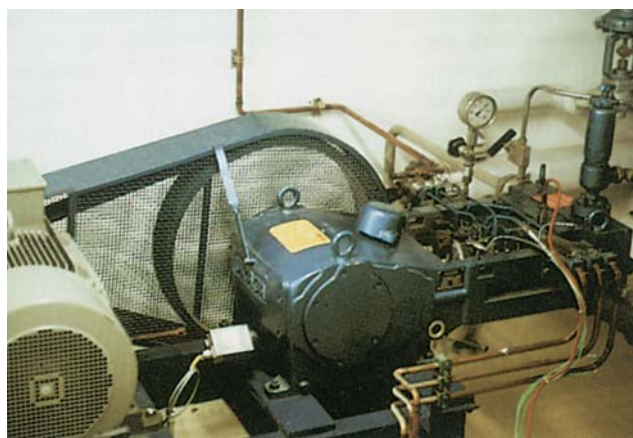


Рис. 5 Насос CO_2 с контрольно-измерительными средствами.

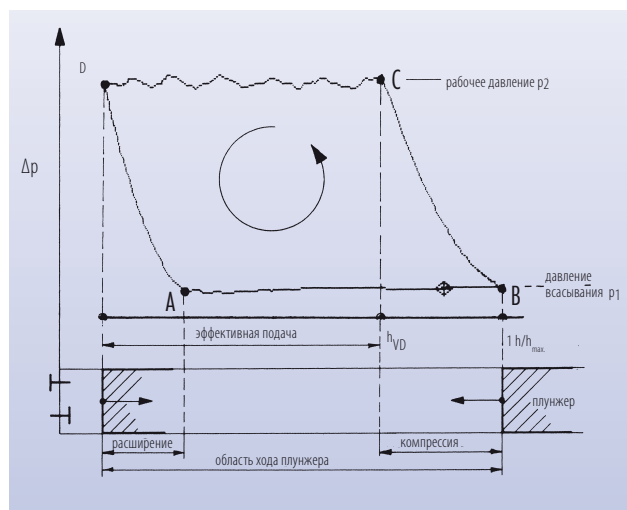


Рис. 6 Индикаторная диаграмма осциллирующего вытеснительного насоса для перекачки жидкого диоксида углерода.

Результаты проведенных измерений показывают, что хороший объемный к.п.д. при перекачивании жидкого диоксида углерода возможен только при конструктивно максимально уменьшенном объеме вредного пространства. В виду низкой смазывающей способности и охлаждения от CO_2 в такой же степени важно, чтобы были решены проблемы уплотнения и температурных влияний в сальниках. Должен быть

обеспечен постоянный контроль состояния уплотнений.

Данное требование к частям проточной части насоса CO_2 выполнимо только в сочетании с особой конструкцией и с применением специальных материалов. Единственным стандартным элементом такого насоса остается привод с крейцкопфом и кривошипно-шатунным механизмом. На рис. 4 показана оптимальная конструкция насоса.

URACA Pumpenfabrik GmbH & Co. KG
Sirchinger Straße 15
D-72574 Bad Urach, Германия
Телефон: +49 (7125) 133-0
Факс: +49 (7125) 133-202
info@uraca.de
www.uraca.de

Сертификация по:
 ■ DIN EN ISO 9001:2008 компанией LRQA
 ■ VGB KTA 1401
 ■ AD 2000 – HP 0
 Дополнительная информация по запросу