

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВАКУУМ-КОНДЕНСАЦИОННЫХ УСТАНОВОК САХАРНЫХ ЗАВОДОВ

В. Н. ГОРОХ, А. И. СОРОКИН,
Б. Ф. УС, К. О. ШТАНГЕЕВ
ВНИИСП

Стабильность работы вакуум-конденсационной установки (ВКУ) по поддержанию требуемого разрежения при уваривании утфелей и сгущении сиропа зависит от тепловой производительности конденсатора, особенностей его конструкций, а также расхода охлаждающей воды и ее начальной температуры.

Наиболее широкое распространение в сахарной промышленности получили сегментополочные конденсаторы смешения. В них благодаря непосредственному соприкосновению пара и охлаждающей воды достигается высокая интенсивность процессов тепло- и массообмена, а конструкции таких конденсаторов довольно простые. В течение последних двух десятилетий возросло количество исследований по совершенствованию ВКУ и самих конденсаторов. Большая работа была проведена в ПТП «Сахпромэнергоналадка», Укрниипродмаше и других организациях [1—5]. Были созданы и доведены до серийного производства конденсаторы смешения новых марок А2-ПКБ и Ш52-ПКУ.

Основная причина того, что сегментополочные конденсаторы, длительное время удовлетворительно работавшие в сахарной промышленности, начали вытесняться конденсаторами смешения других конструкций,— неправильное определение их производительности. Это привело к их перегрузке, которая особенно сказывалась при создании конденсаторов для заводов технической мощностью 4,5 и 6 тыс. т переработки свеклы в сутки, а также при повышенной начальной температуре охлаждающей воды при работе оборотной системы вод I категории.

Тепловая производительность конденсаторов смешения зависит от интенсивности теплообмена, площади поверхности контакта и разности температур между охлаждающей водой и конденсирующимся паром. В полочных и тарельчатых конденсаторах площадь поверхности контакта равна площади поверхности водяных струй.

При разработке сегментополочных и тарельчатых конденсаторов их диаметр выбирался с учетом постоянства скорости пара в поперечном сечении конденсатора [6] при практически неизменной высоте активной зоны.

Исходя из этих предпосылок, диаметр очередного типоразмера конденсатора увеличивался пропорционально корню квадратному прироста паровой нагрузки, в то время

как для сохранения условий теплообмена при неизменной высоте активной зоны диаметр конденсатора следовало бы увеличивать пропорционально росту паровой нагрузки (производительности завода). Ошибочность такого подхода к конструированию привела к необходимости увеличения разности температур пара и охлаждающей воды на выходе из конденсатора за счет увеличения ее подачи. Если этого оказывалось недостаточно для обеспечения требуемой теплопроизводительности, снижалось разрежение в конденсаторе и росла температура пара на входе в конденсатор. Хотя в этом случае и обеспечивалась требуемая тепловая (паровая) производительность конденсатора, остальные показатели работы становились неудовлетворительными. Так, за счет увеличения толщины водяных завес и скоростей пара в верхней части конденсатора возрастало сопротивление сегментополочных конденсаторов проходу пара и газов. В ряде случаев сопротивление достигало 8—9 кПа (800—900 мм вод. ст.) [2], хотя при достаточной удельной поверхности водяных завес указанное выше сопротивление таких конденсаторов могло не превышать 0,8 кПа (80 мм вод. ст.) [7], что ниже сопротивления современных конденсаторов типа А2-ПКБ или Ш52-ПКУ [2—4].

Таким образом, при увеличении производительности конденсаторов смешения для обеспечения высоких технико-эксплуатационных показателей необходимо увеличивать площадь поверхности водяных завес пропорционально росту их паровой нагрузки. Если принять за основу конденсатор типа РЗ-ПКО-24 с диаметром корпуса 2,4 м, используемый для сахарных заводов производительностью 3 тыс. т, то для заводов производительностью 4,5 и 6 тыс. т потребовались бы сегментополочные конденсаторы с диаметром корпусов соответственно 3,6 и 4,8 м. Однако разработанные для этих заводов конденсаторы типа РЗ-ПКО имели диаметры соответственно 3,2 и 3,6 м, что привело к их значительной перегрузке и ухудшению показателей их работы. При использовании применяемого в настоящее время принципа организации контакта охлаждающей воды и конденсируемого пара созданием водяных завес более перспективны тарельчатые конденсаторы. Они при том же диаметре корпуса позволяют получать в 1,5—2 раза большую площадь поверхности водяных завес, чем в сегментополочных конденсаторах. Так, если их поверхность для конденсатора типа РЗ-ПКО-4,5 составляет 32 м², то в тарельчатом конденсаторе фирмы ВМА, установленном на Долинском сахарном заводе, при том же диаметре конденсатора (3,2 м) поверхность водяных завес составляет 55 м². Существенное увеличение поверхности водяных завес достигается и при использовании двухскатных полок [8].

Конденсаторы А2-ПКБ [3, 4] и Ш52-ПКУ, относящиеся к типу тарельчатых конденсаторов, также имеют большую развитую поверхность контакта охлаждающей воды и конденсирующегося пара по сравнению с сегментополочными конденсаторами, чем и можно объяснить их лучшие технико-эксплуатационные показатели. Однако следует отметить, что для тарельчатых конденсаторов, как и для сегментополочных, сохраняется прямая пропорциональная зависимость между величиной поверхности водяных завес и диаметром конденсатора. Нарушение пропорции приведет к ухудшению показателей этих конденсаторов.

Так, если для конденсатора А2-ПКБ-3 диаметр основного конденсатора составляет 1,8 м, то диаметр осовного конденсатора такого же типа для обеспечения таких же технико-эксплуатационных показателей для завода производительностью 6 тыс. т должен быть 3,6 м.

Основные пути совершенствования конденсаторов смешения, направленные на повышение их производительности, снижение массы и гидравлического сопротивления проходящему пару,— повышение площади контакта охлаждающей воды с паром и интенсификация процессов теплообмена. Последнее требует проведения обширных исследований по изучению протекающих совместных гидродинамических и тепломассообменных процессов. Развитие поверхности контакта воды и пара можно достигнуть созданием значительного числа тонких струй [5] или разбрызгиванием охлаждающей воды. Однако это требует решения ряда технических вопросов, связанных с использованием охлаждающей воды, содержащей накипеобразующие вещества и различные примеси.

В связи с возросшими требованиями по охране окружающей среды, и особенно охране водных объектов от загрязнения их производственными сточными водами, особую актуальность приобрели проблемы сокращения количества используемой воды и предотвращения ее загрязнения. Это достигается прежде всего применением систем оборотного водоснабжения, где вода после охлаждения в вентиляторных градирнях или брызгальных бассейнах используется повторно. Применением системы оборотного водоснабжения при использовании конденсаторов смешения можно предотвратить загрязнение источников водоснабжения. Однако при этом не исключается загрязнение оборотной воды, очистка которой требует значительных затрат.

Применение поверхностных конденсаторов с водяным охлаждением позволяет, несмотря на их высокую стоимость, снизить в целом по заводу капитальные и эксплуатационные затраты, упростив системы водоснабжения.

Производственные испытания поверхностного конденсатора с водяным охлаж-

дением на Яготинском сахарном заводе им. Ильича показали, что его применение по сравнению с конденсатором смешения и системой оборотного водоснабжения позволяет для сахарного завода производительностью 3 тыс. т переработки свеклы в сутки снизить капиталовложения на 180 тыс. руб., уменьшить установленную мощность двигателей на 250 кВт и тем самым снизить эксплуатационные затраты за сезон на 70 тыс. руб. Эта сумма не учитывает дополнительной экономии средств за счет исключения затрат на очистку загрязненной оборотной воды и эффекта от использования в технологическом процессе получаемого конденсата.

Трудность широкого применения указанных поверхностных конденсаторов в том, что конденсаторы, выпускаемые для энергетики или химической промышленности, по своим параметрам не отвечают требованиям сахарного производства. В связи с этим необходимо освоить изготовление специальных поверхностных конденсаторов для сахарного производства.

Реальную перспективу и практический интерес в сахарном производстве представляет применение в качестве конденсаторов аппаратов с воздушным охлаждением (АВО). Как и поверхностные конденсаторы с водяным охлаждением, АВО позволяют получить конденсат уфельного пара, который может быть использован в производственных целях. В настоящее время АВО широко используются в различных отраслях народного хозяйства и уже длительное время серийно изготавливаются предприятиями Министерства нефтяного машиностроения [9].

Предварительная технико-экономическая оценка применения АВО в качестве конденсаторов для сахарного производства показала, что их использование становится экономически целесообразным при обеспечении величин коэффициента теплопередачи, отнесенного к наружной поверхности, приблизительно $30\text{--}40 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$. Для уточнения теплотехнических и эксплуатационных характеристик АВО на экспериментальном производстве Яготинского сахарного завода им. Ильича проводятся испытания аппарата типа АВЗ площадью оребренной поверхности теплообмена 5300 м^2 (коэффициент оребрения 9). Программой испытаний предусматривается получение данных, на основании которых будет установлена технико-экономическая целесообразность применения воздушного охлаждения взамен водяного при конденсации уфельного пара.

Таким образом, в зависимости от условий работы сахарного завода, а также применяемой системы водоснабжения (прямоточной или оборотной) должен выбираться тип конденсатора. Если на заводе имеется оборотная система вод I категории с вентиляционной градирней и надежными устройствами, обеспечивающими поддержание ка-

чества оборотной воды на требуемом уровне, то целесообразно использовать конденсаторы смешения. При наличии мощного источника водоснабжения возможно использование поверхностных конденсаторов. Их применение позволит снизить расходы на строительство сооружений по очистке отработанной воды и исключить загрязнение источников водоснабжения.

Если же источник водоснабжения находится далеко, а также и при других затруднениях в обеспечении завода водой, целесообразно применять в качестве конденсаторов аппараты воздушного охлаждения.

Список использованной литературы

1. Совершенствование конденсаторной установки сахарного завода/[В. И. Довгопол, С. Н. Зозуля, А. И. Хоменко, Ю. Ф. Цюкало].— Сахарная промышленность, 1975, № 9, с. 50—54.
2. Маркитан С. В., Черняховский И. Б. Комплексное совершенствование вакуум-конденсационных установок сахарных заводов.— Сахарная промышленность, 1980, № 6, с. 35—39.
3. Конденсатор смешения барометрический комбинированный А2-ПКБ-6/[С. А. Зозуля, А. М. Баракаев, Ю. Б. Усатый и др.].— Сахарная промышленность, 1981, № 8, с. 48—51.
4. Конденсатор смешения барометрический комбинированный А2-ПКБ-3/[С. А. Зозуля, Г. Д. Бобровник, А. М. Баракаев и др.].— Сахарная промышленность, 1981, № 12, с. 28—31.
5. Корень Р. В., Листопад Г. И. Об использовании струйно-пленочного контактирования фаз в вакуум-конденсационных установках.— Сахарная промышленность, 1981, № 7, с. 47—50.
6. Временные нормы технологического проектирования свеклосахарных заводов.— М.: Гипросахпром, 1977.— 165 с.
7. Сыромятников М. Н., Архангельский П. А. Опыт определения расхода воды в барометрических конденсаторах.— Журнал сахарной промышленности. 1928, № 8—9, с. 473—489.
8. Труб И. А. Каскадные конденсаторы смешения.— М.: Пищевая промышленность, 1969.— 118 с.
9. Крюков Н. П. Аппараты воздушного охлаждения.— М.: Химия, 1983.— 168 с.