

Воздушное охлаждение при конденсации утфельных паров

А. И. СОРОКИН, К. О. ШТАНГЕЕВ
УкрНИИСП
В. Д. НОВОСЕЛЕЦКИЙ
Яготинский сахарный завод

Одним из путей снижения расхода свежей воды на предприятиях сахарной промышленности, уменьшения загрязнения окружающей среды является применение воздушного охлаждения взамен водяного. Значительное количество воды в свеклосахарном производстве расходуется для конденсации утфельных паров и создания разрежения в вакуум-аппаратах. ВНИИСПом ранее [1, 2] была выполнена научно-исследовательская работа по применению воздушного охлаждения для конденсации утфельных паров. Разработанная вакуум-конденсационная схема с аппаратом воздушного охлаждения (АВО) зигзагообразного типа была испытана на Яготинском сахарном заводе (экспериментальное производство) в 1986 г. и сдана ведомственной приемочной комиссии.

Как показали приемочные испытания, конденсационная установка с аппаратом воздушного охлаждения позволяет снизить расход охлаждающей воды (оборотной или свежей при прямоточном водоснабжении) в количестве 450—500 % к массе свеклы; вернуть в производство конденсат утфельного пара в количестве 20—22 % к массе свеклы; снизить капитальные и эксплуатационные затраты при строительстве оборотной системы вод первой категории главного корпуса сахарного завода; уменьшить количество сточных вод и затраты, связанные с перекачкой воды и ее очисткой.

Использование воздушного охлаждения в свеклосахарном производстве позволяет также решать и экологическую задачу в части рационального использования водных ресурсов и снижения их загрязнения сточными водами.

Исходя из эффективности применения воздушного охлаждения в сахарном производстве, аналогичная вакуум-конденсационная схема с аппаратами воздушного охлаждения была запроектирована на основном производстве Яготинского сахарного завода мощностью 3 тыс. т переработки свеклы в сутки.

В качестве основного оборудования в схеме были применены зигзагообразные двухвентиляторные аппараты воздушного охлаждения типа 1АВЗ-Д, общий вид которого приведен на рисунке 1.

Аппарат состоит из шести трубных секций прямоугольной конфигурации, составленных из поперечно-ребренных биметаллических труб длиной 8 м. Теплообменные трубные секции в аппарате одноходовые и выполнены с уклоном для отвода конденсата в сторону входа утфельного пара.

Приводы вентиляторов установлены на отдельном фундаменте с целью предотвращения передачи

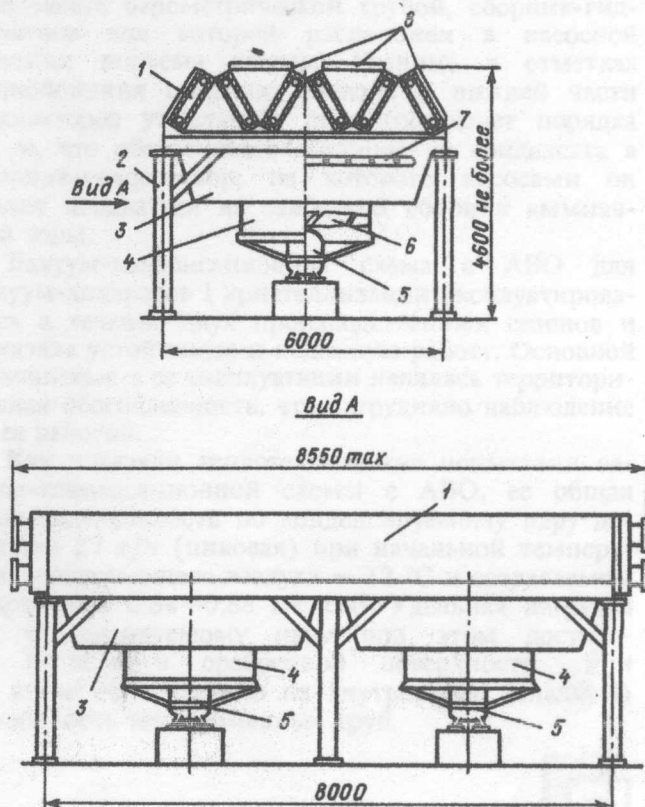
вибрации к металлоконструкции аппарата. Коллектор и диффузор вентилятора скреплены болтами с металлоконструкцией. В аппарате типа 1АВЗ-Д применены два колеса вентилятора диаметром 2800 мм с регулируемым углом установки лопастей. Вентиляторы установлены на валы тихоходных электродвигателей, вращающихся в полости коллекторов, которые прогоняют охлаждающий воздух через межтрубное пространство секций.

Аппараты 1АВЗ-Д имеют систему увлажнения охлаждающего воздуха, которая расположена в коллекторе вентилятора над колесом. Она представляет собой кольцевую трубу, снабженную распыливающими форсунками. Увлажнение предназначено для снижения температуры охлаждающего воздуха путем повышения его относительной влажности. Применение увлажнения воздуха допускается при увеличении температуры охлаждающегося воздуха выше расчетной (порядка 20—25 °С).

Аппараты 1АВЗ-Д укомплектованы жалюзиями с ручным приводом. Назначение жалюзи — защита теплообменных защитных секций при остановках, а также для регулирования подачи охлаждающего воздуха.

Исходя из необходимости снижения капитальных затрат на реализацию проекта было принято решение об установке АВО на отметке, позволяющей осуществить установку приводов вентиляторов на бетонных фундаментах, которые могут выдерживать вибрационные нагрузки.

Рис. 1. Общий вид аппарата воздушного охлаждения типа 1АВЗ-Д: 1 — теплообменная секция; 2 — несущая конструкция; 3 — диффузор; 4 — коллектор; 5 — колесо вентилятора; 6 — привод; 7 — увлажнитель; 8 — комплект жалюзи



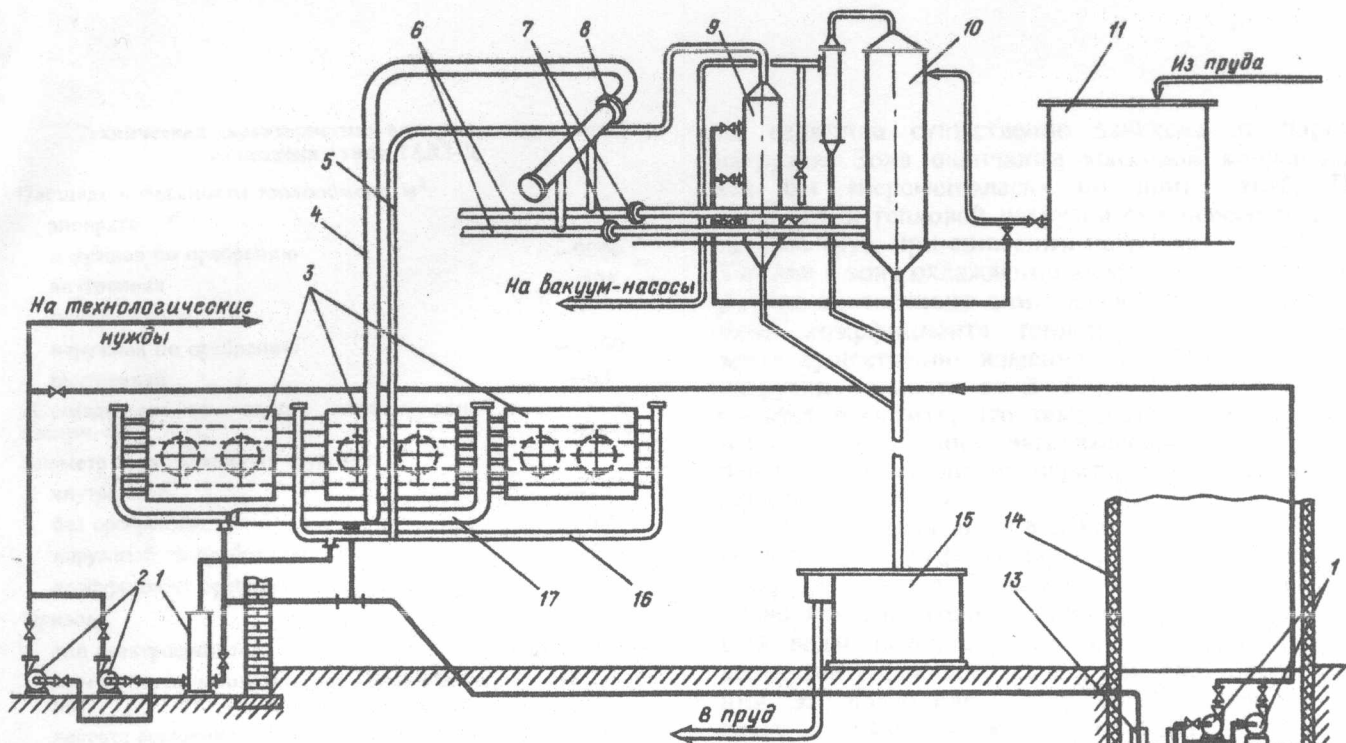


Рис. 2. Вакуум-конденсационная схема с АВО для вакуум-аппаратов I кристаллизации на Яготинском сахарном заводе: 1 — вакуум-ресивер конденсата; 2 — насосы подачи конденсата на технологические нужды в завод; 3 — аппараты воздушного охлаждения типа 1АВЗ-Д; 4 — трубопровод уфельного пара на АВО; 5 — трубопровод неконденсирующихся паров из АВО; 6 — трубопроводы уфельного пара на конденсатор; 7, 8 — глушки; 9 — хвостовой охладитель; 10 — барометрический конденсатор; 11 — напорный сборник промышленной воды; 12 — насосы подачи конденсата в завод; 13 — гидрозатвор; 14 — насосная станция свеклоподъема; 15 — барометрический ящик; 16 — коллектор неконденсирующихся газов; 17 — коллектор уфельного пара

Вакуум-конденсационная схема с АВО на основном производстве Яготинского сахарного завода представлена на рисунке 2. Уфельный пар из вакуум-аппаратов I кристаллизации по трубопроводу диаметром 1200 мм направляется на три аппарата воздушного охлаждения 1АВЗ-Д, все секции которых включены параллельно по пару. Подвод пара в теплообменные секции аппаратов осуществляется из двух коллекторов диаметром 1000 и 1200 мм.

При прохождении по теплообменным трубкам, охлаждаемых воздухом, уфельный пар конденсируется, и конденсат через нижний патрубок теплообменной секции поступает в коллектор уфельного пара. Такая схема отвода конденсата позволяет обеспечить достижение максимальной его температуры. Конденсат из коллектора отводится в вакуум-ресивер, из которого насосами откачивается в заводской сборник аммиачной воды и расходует на технологические нужды.

Неконденсирующиеся газы и часть пролетного пара через патрубки в задней крышке поступают в коллектор неконденсирующихся газов диаметром 400 мм и направляются во вспомогательный конденсатор, так называемый концевой охладитель, где пролетный пар полностью конденсируется водой, а неконденсирующиеся газы охлаждаются до температуры 30 °С и ниже и отсасываются вакуум-насосами.

Схемой предусмотрено два варианта отвода конденсата из коллекторов уфельного пара. Пер-

вый вариант — это откачка конденсата непосредственно насосами из вакуум-ресивера, то есть из-под разрежения с последующей подачей конденсата на сборник аммиачной воды. Второй вариант (на случай выхода из строя насосов) — это отвод конденсата барометрической трубой, сборник-гидрозатвор для которой расположен в насосной станции подъема свеклы. Разница в отметках расположения сборника затвора и нижней части коллекторов уфельного пара составляет порядка 12 м, что обеспечивает поступление конденсата в сборник-гидрозатвор, из которого насосами он может подаваться на заводской сборник аммиачной воды.

Вакуум-конденсационная схема с АВО для вакуум-аппаратов I кристаллизации эксплуатировалась в течение двух производственных сезонов и показала устойчивую и надежную работу. Основной сложностью в ее эксплуатации являлась территориальная обособленность, что затрудняло наблюдение за ее работой.

Как показали теплотехнические испытания вакуум-конденсационной схемы с АВО, ее общая производительность по конденсируемому пару достигала 27 т/ч (пиковая) при начальной температуре охлаждающего воздуха ~ 12 °С и создаваемом разрежении 0,84—0,88 кгс/см². Удельная нагрузка по конденсируемому пару при этом достигала 1 кг/м²·ч оребренной поверхности или 24 кг/м²·ч, в расчете на внутреннюю (гладкую) поверхность теплообменных труб.

Техническая характеристика аппарата воздушного охлаждения типа 1АВЗ-Д

Площадь поверхности теплообмена, м ² :	
аппарата	
наружная по оребрению	-9000
внутренняя	-375
одной секции	
наружная по оребрению	-1500
внутренняя	-63
Площадь сечения одного хода в одной секции, м ²	-0,0419
Диаметр теплообменных труб, мм:	
внутренний	-25
без оребрения	-30
наружный по оребрению	-50
коэффициент оребрения	-20
Привод	
тип электродвигателя	-ВАСО2-30-91
номинальная мощность электродвигателя, кВт	-30
частота вращения, об/мин	-428
Вентилятор	
диаметр колеса вентилятора, мм	-2800
количество лопастей	-8
частота вращения вентилятора, об/мин	-428
максимальный угол установки лопастей, град.	-15
Габаритные размеры аппарата, мм:	
длина	-8620
ширина	-6550
высота	-4995
Масса аппарата, кг	-29783

Особенность эксплуатации АВО в условиях сахарного завода — существенная неравномерность теплотехнических характеристик как по длине теплообменных труб, так и отдельных аппаратов и даже отдельных секций в одном и том же аппарате. Неравномерное распределение тепловых нагрузок приводит к тому, что отдельные аппараты перегружены, а некоторые могут работать с недостаточной нагрузкой. Это требует принятия специальных мер для выравнивания нагрузок на аппараты: установка конечного водяного охладителя неконденсирующихся газов, выравнивание сопротивлений по подводу уфельного пара и отводу неконденсирующихся газов.)

При номинальной нагрузке коэффициенты теплопередачи в первой половине (по длине) теплообменных труб достигали 35—55 Вт/(м²·К), в то время как во второй половине теплообменных труб

их величина существенно зависела от паровой нагрузки. Зона окончания массовой конденсации как бы «перемещалась» по длине труб. При увеличении тепловой нагрузки она перемещалась к концам труб, при снижении нагрузки — к середине. Так как в зоне охлаждения коэффициенты теплопередачи значительно снижаются, то и общая величина коэффициента теплопередачи для второй зоны существенно изменялась в зависимости от нагрузки аппарата от 3—5 до 25—35 Вт/(м²·К). Следует отметить, что температура воздуха после АВО в первой зоне нагревалась до 45—52 °С и имела недогрев до температуры конденсируемого пара порядка 4—6 °С.

Опыт эксплуатации воздушного охлаждения для конденсации уфельных паров на Яготинском сахарном заводе показал, что его применение позволяет значительно снизить расход охлаждающей воды, которая ранее использовалась на конденсацию уфельного пара в конденсаторах смешения. Это позволило заводу снизить расход свежей воды до 450 % к массе свеклы и снизить соответственно количество сточной воды, которое сбрасывалось в водосм.

Качество воды в водоеме за время эксплуатации вакуум-конденсационной схемы с АВО значительно улучшилось.

Опыт эксплуатации аппаратов воздушного охлаждения в условиях сахарного завода для конденсации уфельных паров показывает, что для широкого использования АВО в сахарной промышленности необходимо в конструкцию аппарата внести изменения, которые диктуются условиями свекло-сахарного производства, а именно: длина и диаметр теплообменных трубок должна иметь оптимальные размеры, задние и передние крышки должны выполняться для условий отвода конденсата и неконденсирующихся газов, а также ряд других технических совершенствований, направленных на автоматическое управление аппаратами, в том числе и поддержание равномерной нагрузки при параллельной работе нескольких аппаратов.

Несмотря на эти недостатки, которые присущи выпускаемым в настоящее время аппаратам, их применение в сахарной промышленности перспективно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горох В. Н. и др. Аппарат воздушного охлаждения // Сахарная свекла: производство и переработка, 1990, № 2, с. 58—61.
2. Сорокин А. И. Обратное водоснабжение сахарных заводов.— М.: Агропромиздат, 1989.— 175 с.