

УДК 620.97; 663.4

ТЕПЛОВЫЕ ВТОРИЧНЫЕ ЭНЕРГОРЕСУРСЫ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПИВА

Смоляк А.А.

Могилевский государственный технологический институт, Беларусь

Более полное и рациональное использование вторичных энергетических ресурсов (ВЭР) позволяет значительно уменьшить энергоемкость производимой продукции. Для сравнительного анализа, определения ценности и приоритетных путей использования выявлены основные источники тепловых ВЭР в производстве пива и дана их термодинамическая оценка. Полученные характеристики приведены в таблице.

Источник	Способ использования	Общая энергоемкость, КДж/дал	Удельная эксергия, КДж/кг	Эксергия, КДж/дал
Конденсат от потребителей пара, 90°C	Прямой и теплонасосный	1170...2290	30,18	120,7...236,9
Вторичный пар кипячения сусле, 1 бар	Прямой или теплонасосный (парокомпрессия)	5700	520,74	1151
Вода охлаждения сусле и пива, 35°C	Прямой или теплонасосный	3640	1,65	94,0
Вода охлаждения конденсаторов холод. уст-ки, 25°C	Теплонасосный	4600	0,16	35,0
Стоки горячей моечной воды, 35°C	Теплонасосный	850(1400)	1,65	21,9

Общая энергоемкость ВЭР определена при условии их охлаждения до температуры окружающей среды, которая принята равной 20°C. Энергоемкость воды, охлаждающей конденсаторы холодильных установок принята равной количеству тепла, отводимого в конденсаторах, при общем расходе холода $Q_0 = 3300$ КДж/дал и среднем холодильном коэффициенте $\epsilon = 2,4$. Энергоемкость сточных моечных вод в скобках дана при их охлаждении тепловым насосом до температуры 10°C.

При определении эксергии источников ВЭР значения параметров окружающей среды приняты равными $p_0 = 1$ бар и $T_0 = 293,15$ К ($t_0 = 20^\circ\text{C}$).

Наиболее ценным источником вторичного тепла является вторичный пар кипения сула. Он имеет самый большой запас эксергии. Однако в производстве пива в стране преобладают негерметичные суловарочные котлы. В них вторичный пар выбрасывается вентиляторами в атмосферу. С точки зрения энергоэффективности вопрос об его использовании следует ставить в первую очередь.

Для прямого использования теплового источника (путем передачи тепла в аппаратах) требуется затрата эксергии. Удельная эксергия пара значительно выше эксергии всех жидких теплоносителей, что позволяет его прямое использование для нагрева других жидкостей.

Но удельная эксергия вторичного пара всего на 11% меньше, чем эксергия греющего пара (578,81 КДж/кг). Поэтому стоит изучить вопрос о более выгодном энергетически теплонасосном использовании вторичного пара путем его сжатия до давления греющего пара (термокомпрессии). Сжатие может осуществляться как механически, так и в струйном компрессоре. В последнем случае в котельной потребуется производить пар большего давления.

Удельная эксергия конденсата также достаточно высокая по сравнению с другими жидкими теплоносителями и он широко используется непосредственно как тепловой ВЭР. Но конденсат выгоднее возвращать в котельную. Как источник тепла целесообразно использовать только загрязненный конденсат, или когда система возврата конденсата отсутствует. Однако транспортировка горячего конденсата сопровождается большими потерями тепла.

Значительными по количеству источниками тепла являются вода охлаждения конденсаторов холодильных установок и сточные моечные воды, сливаемые в канализацию. Но их удельная эксергия при 25°C и 35°C (таблица 3) невелика. Поэтому их прямое использование невозможно. В то же время они являются хорошими источниками тепла для тепловых насосов (ТН).

Удельная эксергия теплых сточных вод выше, чем воды охлаждения конденсаторов. Тепловой насос, охлаждающий сточные воды, будет энергетически более экономичен. Но для этого потребуется создание отдельной системы сбора теплых сточных вод, что может оказаться довольно капиталоемким и трудоемким мероприятием. Однако общие потоки как энтальпии, так и эксергии у воды охлаждения конденсаторов намного выше. И здесь можно получить более масштабный эффект энергосбережения. Кроме того вода охлаждения конденсаторов чистая, уже имеется система ее подачи на охлаждение в градирнях.