

И. С. АЛЬШУЛЕР

Доцент, кандидат технических наук

ТЕХНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ СУШИЛОК ДЛЯ ГАЗОГЕНЕРАТОРНОГО ТОПЛИВА

Для сушки газогенераторного топлива было предложено большое количество конструкций сушилок. Одни из этих конструкций были построены опытными образцами, другие — усиленно внедрялись заинтересованными проектными организациями (ЦНИИМЭ), а третьи — не вышли из стадии проектирования или остались в архивном материале проектирующих организаций (НИСЛТА им. Кирова).

Несмотря на всеобщее внимание к вопросу о камерной сушке газогенераторного топлива, лесозаготовительная промышленность всё ещё не имеет сушилки, которая удовлетворяла бы всем требованиям производства. Это обстоятельство в значительной степени объясняется тем, что не были проведены сравнительные испытания различных типов сушилок, находящихся в эксплуатации. Поэтому, приступая к разработке конструкции сушилки, проектировщик не имел всех необходимых сведений и указаний о том, какие техно-экономические показатели должна иметь сушилка, чтобы отвечать всем потребностям производства.

Имеющиеся данные по эксплуатации некоторых сушилок, к сожалению, непригодны для использования при сравнении техно-экономических показателей сушилок.

Желая в некоторой степени восполнить указанные выше пробелы, мы произвели техно-экономическое сравнение наиболее удовлетворительных сушильных установок для газогенераторного топлива на основе имевшихся проектных материалов.

Для указанного сравнения мы выбрали 11 сушилок, из которых:

три сушилки — воздушно-огневые, стационарного типа,
четыре сушилки — газовые, стационарного типа и
четыре сушилки — газовые, передвижного типа.

Поскольку на выводы нашего техно-экономического анализа могли иметь влияние такие проектные данные, как возможная суточная производительность сушилки при известных параметрах агента сушки, необходимое количество обслуживающего сушилку персонала, расход топлива на сушку и стоимость сушилки, мы проанализировали их получение по проектным материалам и сопоставили ряд проектных данных с данными, полученными при производственных испытаниях сушилок, внедренных в промышленность или построенных в качестве опытных образцов.

Ввиду того, что при разработке проектов сушилок ЦНИИМЭ-4, ЦНИИМЭ-6, ЦНИИМЭ-9 были приняты малые длительности сушки чурок при известных режимных условиях в камере сушки, фактически возможная производительность сушилок, расход топлива на сушку и себестоимость сушки чурок резко отличаются от проектных данных. Это видно из опубликованных в нашей периодической литературе сообщений о работе указанных сушилок.

Для сушилки ЦНИИМЭ-9, рекомендованной в качестве типовой при организации топливо-заготовительных баз мехлесопунктов, не бесполезно будет привести некоторые данные, полученные нами при испытании её на Песьском мехлесопункте треста Ленлес. Мы выявили, что возможная при нормальной работе сушилки суточная производительность не превышает 10,5 насыпных м³ вместо запроектированной производительности в 15,0—16,0 насыпных м³. Такое резкое понижение производительности являлось результатом отсутствия возможности обеспечить в камере сушки предусмотренную проектом температуру ввиду частого самовозгорания чурок.

При нормальной работе сушильной камеры возможно лишь поддерживать температуру поступающей газовой смеси (t_1) в пределах 140—120°C и уходящей (t_2) в пределах 70—75°C, вместо запроектированных значения t_1 в 180°C и t_2 в 100°C.

Ввиду резкого увеличения длительности сушки березовой чурки при соответствующих проектным условиям начальной и конечной влажности расход топлива на единицу высушенных чурок составляет не 20%, а 29,5%.

Несмотря на то, что проектные данные для сушилок ЦНИИМЭ-4, ЦНИИМЭ-6, ЦНИИМЭ-9—значительно завышены, тем не менее использование их для сравнения сушилок дало весьма неудовлетворительные показатели для их работы. Ввиду этого, наши выводы в отношении шахтной сушилки (о чем будет указано далее) не подлежат какому-либо сомнению.

Основные техно-экономические проектные показатели сравнения всех рассмотренных сушилок приведены в таблице I.

Из таблицы видно, что наибольшее значение коэффициента

заполнения строительного объема камеры сушки из числа калориферных сушилок имеет сушилка СибНИИЛХЭ (23,9%), из газовых сушилок стационарного типа — шахтные сушилки (40,0%), а из передвижных сушилок — карбонизатор ЦНИИМЭ (92,0%) и сушилка Беляева (83,5%). Здесь следует отметить, что для шахтных сушилок коэффициент заполнения объема камеры сушки может быть увеличен до 75—80% за счёт уменьшения объёма, приходящегося в самой камере сушки на устройство приспособлений для выгрузки топлива и удаления отработанной парогазовой смеси.

Несколько более характерным для сравнения является значение коэффициента заполнения всей строительной кубатуры сушилки. У сушилки СибНИИЛХЭ он равен 5%, т. е. меньше по сравнению с другими калориферными сушилками. Это объясняется тем, что сушилка СибНИИЛХЭ, в отличие от других калориферных сушилок, имеет 2 тамбура для выносных топок. Из имеющихся газовых сушилок наибольший коэффициент заполнения строительной кубатуры имеют шахтные сушилки с естественной циркуляцией газов (17,0%) конструкции НИС'а Лесотехнической академии. Сравнительно низкий коэффициент заполнения строительной кубатуры шахтной сушилки с побудительной циркуляцией газов НИС'а ЛТА объясняется тем, что в конструкции предусмотрена слишком большая по объёму отстойная и сместительно-инжекционная камеры.

В шахтной же сушилке Гипролестранса, при внутреннем объёме шахты в 2,6 м³, строительная кубатура сушилки составляет примерно 15,5% и коэффициент заполнения строительной кубатуры её равен поэтому лишь 6,6%. Это объясняется тем, что для удаления в атмосферу отработанных газов локомотива, при отключении от него сушилки, предусмотрены специальные газоходы, конструктивно объединённые с сушильной камерой. Через эти газоходы отработанные газы локомотива, помимо слоя чурок, выводятся в атмосферу при загрузке и выгрузке шахты сушилки.

Несколько меньший коэффициент заполнения кубатуры сушилки Беляева по сравнению с карбонизатором объясняется тем, что в сушилке Беляева устроена топка и, кроме того, часть объёма сушилки занята газораспределительными трубами. В карбонизаторе же ЦНИИМЭ костёр занимает относительно меньшую часть объёма камеры.

Приведенные данные проектной производительности некоторых рассмотренных сушилок не будут соответствовать эксплуатационным. Это особенно относится к калориферным сушилкам и газовой сушилке ЦНИИМЭ-9, так как они работают при пониженных режимных условиях, не предусмотренных проектами. Так например, в сушилке ЦНИИМЭ-9 проектом предусмотрено проводить сушку чурок при тем-

пературе газов, поступающих из камеры смешения в камеру сушки, равной 175—200°C, и температуре уходящих газов 100—110°C. Фактически же в сушилке имеет место частое и сильное самовозгорание чурок при загрузке и выгрузке вагонеток. Поэтому для нормальной эксплуатации сушилки в ней приходится поддерживать температуру: $t_1^0 = 120—140^\circ\text{C}$ и $t_2^0 = 70—80^\circ$. Это было установлено нами при испытании сушилки на Песьском мехлесопункте треста Ленлес.

Проведенное испытание выявило, что фактическая нормальная эксплуатационная производительность ниже проектной на 25%. Указанное несоответствие фактической и проектной производительности сушилки ЦНИИМЭ-9 подчеркивает необходимость критического отношения к проектным данным о производительности сушилок нешахтного типа. Достижение нормальной проектной производительности в сушилке Беляева, наиболее интересной из сушилок передвижного типа, также будет затруднительно, ибо при циркуляции газов с высокой температурой через неподвижный слой чурок, самозагорание их будет частым явлением.

Для ликвидации пожара и удаления горящих чурок потребуется остановка работы сушилки на несколько часов, ибо для такой операции сушилке надо остынуть. Карбонизатор же ЦНИИМЭ, если и обеспечит запроектированное количество „поджаренной“ чурки, то (как показывает опыт эксплуатации его) равномерность просыхания чурок весьма неудовлетворительна и колеблется в пределах от 5 до 35%.

Только шахтные сушилки, в которых сушка чурок происходит при параллельном нисходящем токе агента сушки и чурок, позволяют сушить чурки при высоких температурах в загрузочной части шахты (до 250°C). При этом обеспечивается равномерная сушка чурок до желаемой кондиционной влажности, при длительности сушки березовой чурки в 4—4,5 часа (при $W_{\text{нач.}} = 60\%$ и $W_{\text{кон.}} = 15\%$), и надлежащая пожарная безопасность. Наши опыты по определению характера движения (сползания) чурок в шахте, проведенные на Возрицком мехлесопункте Севкареллеса, подтверждают возможность конструктивного устройства пода шахты для полного удаления высушенных чурок. Тем самым возможность самовозгорания высушенных чурок, застрявших при сползании слоя, будет устранена.

Приведенные в таблице 1 данные о расходе строительных материалов и сумме капиталовложений на постройку сушилки также показывают, что из стационарных сушилок наименее „капиталоёмкими“ и „материалоёмкими“ являются шахтные сушилки, не требующие затрат на тепловую установку, т. е. устраиваемые на мехлесопункте у локомотивной установки, при комплексном использовании электроэнергии в лесу.

№ № по порядку	Показатели сравнения	Единица измерения	Стационарные сушилки		
			Калориферные с естественной циркуляцией		
			ЦНИИМЭ-6 (констр. Ка- лашикова)	ЦНИИМЭ-4 (констр. Ану- чина)	СибНИИЛХЭ (констр. Ла- ринова)
1	2	3	4	5	6
1	Строительная кубатура самой сушильной камеры	м ³	153,5 ¹	78,5 ¹	72,0
2	То же, но всей сушилки	"	307,0	177,0	325,0
3	Единовременная емкость сушильной камеры	нас. м ³ чурок	28,0	24,0	16,5
4	Коэф. заполнения строит. объема самой сушильной камеры	проп.	9,1	15,3	23,9
5	То же, но всей сушилки	"	9,1	13,7	5,1
6	Проектная производительность сушилки в сутки, при Wнач = 600% и Wкон. = 150% и сушке березовой чурки	м ³	12,0	15,0	20,0
7	То же, но в год	"	3600	4500,0	6000
8	Поверхность нагрева калориферов	м ²	20,5	90,0	12,4
9	Установочная мощность мотора	квт.	—	—	—
10	Колич. обслуж. персонала в сутки на 1 сушилку	погрузка—разгрузка истопники чел. смен	4	6	2
			1	3	2
11	Расход топлива, отнесен к весу высушенной чурки	проп.	35	40	25
12	Расход металла на сушилку на комплектование вагонеток	кг.	1300	—	1000
13	Расход бревен	м ³	—	2000	—
14	Расход пиломатериалов	"	32,2	24,0	40,0
15	Расход кирпича и огнеупора	"	7,5	5,0	8,0
16	Расход кирпича и огнеупора	штук	1100	13000	85,0
17	Стоимость сушильной камеры с печью	руб.	8000	8600	8450
18	Стоимость навеса	"	—	—	—
19	Стоимость компл. вагонеток	"	—	3400	4 00
19	Сумма капиталовложений	"	8000	12000	12950

- 1) Сушилка состоит из 2 камер.
- 2) Спец. ящики емк. 0,8 м³ чурок в кол. 5 шт. устанавлив. на рель
- 3) Одновременно обслуживается батарея из 2 сушилок.
- 4) То же, из 5 сушилок.
- 5) Отходящие газы локомотив. установки. На сушку падает при
- 6) Сушилка спроектирована без навеса.
- 7) При раздельной тепловой установке стоимость сушилки = 11000

Таблица 1

Газовые				Передвижные сушилки			
С естественной циркуляцией		С побудительной циркуляцией		С побудительной циркуляцией газов	С естественной циркуляцией газов, железные		
НИС Лесотехн. Академии им. С. М. Кирова	ЦНИИЭЭ	НИСЛТА им. С. М. Кирова	Гипролес-транс. (кон-стр. Васькова)	Гипролес-транс. (кон-стр. Лурье-Селюгин-Белинский)	Констр. Суханова для дров	Констр. Беляева	ЦНИИЭЭ (карбонизатор)
7	8	9	10	11	12	13	14
18,0	20,5	10,5	2,6	— ²	19,25	2,4	2,7
42,1	52,47	51,7	15,3	— ²	19,25	2,4	2,7
5,8	4,0	4,1	1,0	4,0	12,0	2,0	2,5
32,2	19,2	39,1	40,0	95,0	62,5	83,5	92,0
17,0	7,65	8,0	6,6	—	62,5	83,5	92,0
18,0	15,0	18,0	12,0	16,0	8,0	6,0	3,0
5400	4500,0	5400,0	3600,0	4780,0	2400,0	1800,0	900,0
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	0,8	1,5	4,5	—	—	—
3	3	3	3	1	3	1,53	1,064
3	3	3	1,5	3	2	—	—
38	20	27	— ⁵	25	20	20	17
2380	260	2290	400	1500	3200	530	185
—	1465	—	—	—	—	—	—
3,0 ⁶	14,5	4,5 ⁶	3,0 ⁶	1,0	—	—	—
1,6	19,3	1,4	1,7	1,0	—	—	—
13170	9840	14600	3720	500	500	500	—
15200	3280	15400	5517 ⁷	16000	2500	1200	400
—	4450	—	—	—	—	—	—
—	3000	—	—	—	—	—	—
15200	11730	15400	5517 ⁷	16000	2500	1260	400

совом пути, топка установлена на платформе автоприцепа.

мерно 50% расхода локобилем топлива.

рублей.

При расходе металла в количестве до 400 кг, кирпича и огнеупора до 3720 шт. стоимость постройки обходится в 5500 рублей. Если строить шахтную сушилку с отдельной тепловой установкой, то капиталовложения на постройку возрастут, примерно, на 50%. При этом, однако, необходимо отказаться:

1) от слишком сложных, требующих большого количества кирпича и огнеупора, очистительных устройств, какие предусмотрены в шахтных сушилках, разработанных НИС'ом ЛТА;

2) от слишком большого объема топочного пространства, повысив тепловое напряжение топочного объема до

250000 $\frac{\text{к. кал.}}{\text{м}^3/\text{час}}$ и сохранив отношение объема топки к пло-

щади колосниковой решетки в пределах $\frac{V}{R} = 2,1 \div 2,5$ для уменьшения сажеобразования и уноса из топки несгоревших частиц. Эти мероприятия вполне могут быть легко осуществлены.

Для получения необходимых данных по экономике сушки, выбора наиболее рациональной сушилки и возможности использования данных таблицы 1, для проектирования более простых и экономичных сушилок были выявлены техно-экономические показатели сравниваемых сушилок, приводимые в табл. 2. При получении этих показателей для всех сушилок нешахтного типа исходили, как было выше указано, из несколько завышенной против фактической проектной производительности сушилок. Даже при этом условии себестоимость сушки чурок в шахтной сушилке Гипролестранса значительно ниже.

При определении себестоимости сушки I насыпного м³ чурок срок амортизации для железных сушилок конструкции Суханова, Беляева и ЦНИИМЭ (карбонизатор) принят был равным 4 годам, а для остальных сушилок — 6 годам. Расходы на текущий ремонт сушилки и дополнительные расходы, связанные с передвижением указанных трёх железных сушилок, приняты по 5 проц. от стоимости сушилок; средне-месячная зарплата одного обслуживающего сушилку рабочего принята в 350 рублей, стоимость одного квтч электроэнергии в 50 коп. (плановая) и стоимость одного складочного м³ дров в 14 р. 00 коп. (фактическая по тресту Свердловск). Следует, однако, отметить, что поскольку для обслуживания топки в стационарных сушилках требуется в смену I истопник, а погрузочные и разгрузочные работы занимают около 50 проц. рабочего времени у выполняющих эти работы, в § 10 табл. I была учтена трудоёмкость в сменах только на обслуживание топки и погрузо-разгрузочные работы. Остальное рабочее время рабочие могут быть заняты на других работах и, в частности, на ручной расколке чурок вблизи сушилки.

1	2	3	4	5	6	7	8
1	Сумма капиталовложений, приходящихся на 1 н. м ³ чурок годовой производительности сушилки	коп.	222	267	216	282	265
2	Расход металла, приходящ. на 1 н. м ³ чурок годовой производительности сушилки	кг н. м ³	0,36	0,415	0,167	0,44	0,383
3	То же, но для пиломатериалов	м ³ н. м ³	0,0027	0,0011	0,0013	0,0003	0,0043
4	То же, но для бревен	"	0,0089	0,0054	0,008	0,00056	0,0032
5	То же, но для кирпича и огнеупора	шт н. м ³	0,305	2,87	1,42	2,45	2,19
6	То же, но для электроэнергии	квт/ч н. м ³	—	—	—	—	—
7	Себестоимость сушилки чурок	руб н. м ³	11,61	14,47	6,78	10,58	8,95

1	2	3	9	10	11	12	13	14
1	Сумма капиталовложений, приходящихся на 1 н. м ³ чурок годовой производительности сушилки	коп.	286	153	335	101	67	45
2	Расход металла, приходящ. на 1 н. м ³ чурок годовой производительности сушилки	кг. н. м ³	0,425	0,112	0,314	1,33	0,29	0,20
3	То же, но для пиломатериалов	м ³ н. м ³	0,0003	0,0005	0,0001	—	—	—
4	То же, но для бревен	"	0,00084	0,00084	0,0001	—	—	—
5	То же, но для кирпича и огнеупора	шт н. м ³	2,71	1,03	0,105	0,277	0,277	—
6	То же, но для электроэнергии	квт/ч н. м ³	1,06	2,0	6,78	—	—	—
7	Себестоимость сушилки чурок	руб. н. м ³	7,57	7,01	11,01	11,66	6,45	7,09

Как видно из таблицы 2, себестоимость сушки в сушилке СибНИИЛХЭ составляет 6 р. 78 коп., а в сушилке Беляева— 6 р. 45 коп., что несколько ниже себестоимости сушки чурок в шахтной сушилке (7 р. 04 коп.). Однако, значительный расход кирпича (8500 шт.) и металла (1000 кк.) для сушилки СибНИИЛХЭ и затруднения при налаживании работы сушилки Беляева заставляют остановиться на выборе для промышленности сушилок шахтного типа, использующих для сушки отходящие газы локомотивной установки.

Мы надеемся, что произведенное техно-экономическое сравнение оградит от нерациональных затрат в результате внедрения в лесозаготовительную промышленность негодных конструкций сушильных камер и позволит своевременно и правильно оценить достоинства предлагаемых проектов путём сопоставления с техно-экономическими показателями сушилок, приведенными в таблице 2. Если показатели предлагаемой конструкции будут лучше указанных в таблице, необходимо будет рекомендовать постройку опытного образца сушилки.

В дальнейшем следует эту сушилку испытать и, если расчётные данные подтвердятся как по технологическим, так и по техно-экономическим показателям, рекомендовать её для внедрения в промышленность.
