

УДК 66. 047. 57. 004. 68

Ульянов В.П., Ковалик О.Н., Булавин В.И., Ульянова И.В.

### **РАЗРАБОТКА ВНУТРЕННЕЙ НАСАДКИ ВРАЩАЮЩИХСЯ БАРАБАНЫХ СУШИЛОК**

УкрГНТЦ «Энергосталь» разработана [1] новая конструкция внутренней насадки средней части промышленных барабанных сушилок для сушки мелкодисперсных шламов металлургического производства.

В настоящее время на металлургических предприятиях действуют барабанные сушилки с комбинированной насадкой: передняя (загрузочная) часть барабана оснащена приемно-винтовыми лопастями, средняя – цепными перегородками в виде завес, разгрузочная – подъемными листовыми лопастями. В процессе их эксплуатации выявлен ряд существенных недостатков, свойственных сушилкам такой конструкции: низкая производительность барабана по исходному шламу и испаренной воде, малая поверхность контакта теплоносителя с высушиваемым материалом, высокая трудоемкость ремонтных работ.

Низкие показатели процесса сушки обусловлены невысокой температурой газов на входе в барабан и недостаточной эффективностью работы внутренних насадочных устройств, в результате чего тепловой КПД сушильного барабана не превышает 50 %. Малая эффективность цепных насадок объясняется следующими причинами: цепи забиваются влажным материалом, а их поверхность под действием сил сцепления захватывает лишь незначительную часть влажного материала; захваченный материал освобождает цепи только при соударении их о стенки барабана, вследствие чего он перемещается только вдоль этих стенок. При этом уменьшается поверхность контакта теплоносителя с влажным материалом, и ухудшаются условия тепло- и массообмена в этой зоне. Практически работает только периферийная зона барабана, где скорость и температура теплоносителя ниже, чем в осевой зоне, которая почти не используется для сушки влажного материала. Кроме того, цепи быстро изнашиваются, обрываются и выносятся из барабана вместе с высушиваемым материалом, что приводит к увеличению объема ремонтных работ.

В насадке новой конструкции (см. рисунок 1) цепные перегородки заменены согнутыми под прямым углом с одинаковой кривизной изгиба парными, обращенными друг к другу выпуклыми поверхностями перегородками. Каждая последующая по длине барабана пара перегородок смещена относительно предыдущей на  $45^{\circ}$  (причем все в одном направлении, например по часовой стрелке). Между перегородками соосно барабану размещены дисковые турбулизаторы. Парные перегородки с дисками размещены с шагом, равным 0,05–0,08 длины барабана, а диски расположены от перегородок на расстоянии, равном 0,4–0,5 этого шага. Отношение диаметра диска к диаметру барабана составляет 1: (4–6). Перегородки и диски съемные. Барабан имеет загрузочную камеру для подачи влажного материала, патрубков для подвода теплоносителя и разгрузочную камеру для выгрузки высушенного материала и отвода отработанных газов.

Новая насадка барабанных сушилок испытана [2] на шламах газоочисток конвертерного производства ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат» (НЛМК). Сушке подвергали обезвоженный на вакуум-фильтре Ду 68–2,5 шлам с влажностью 25–30 %.

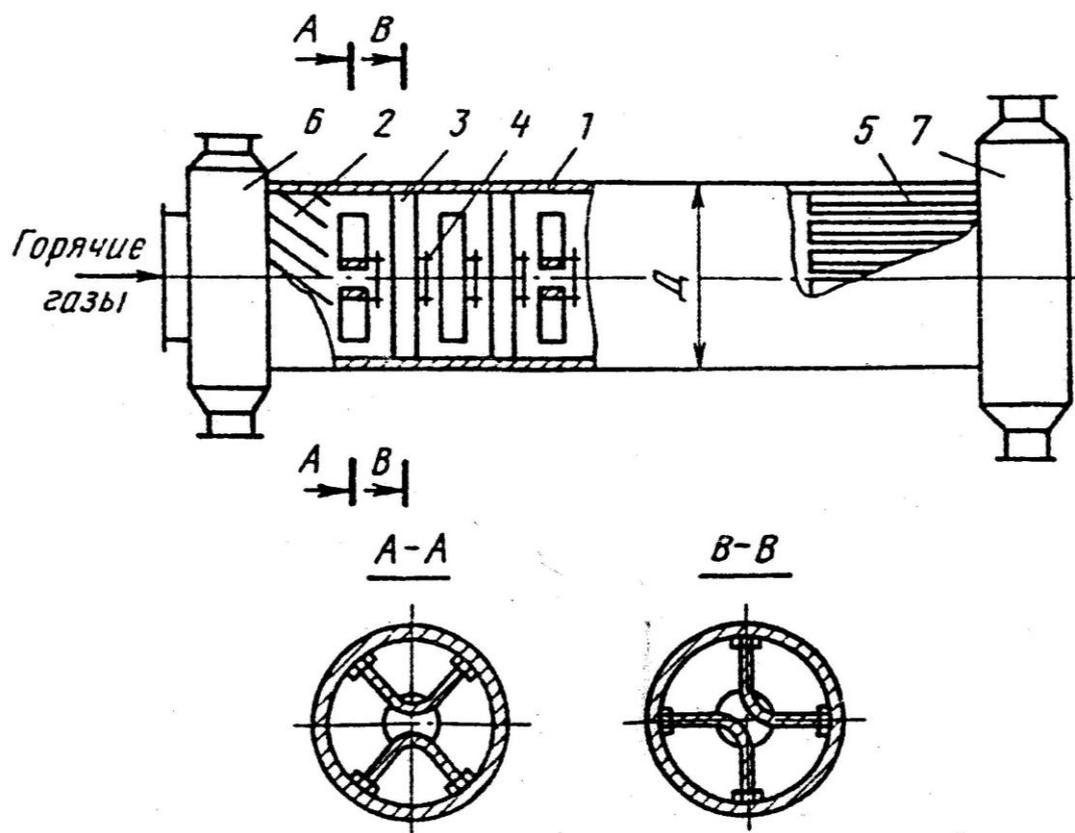


Рисунок 1 – Усовершенствованная конструкция внутренней насадки вращающейся барабанной сушилки (длина барабана 16 м диаметр 2,2 м):  
 1 – сушильный барабан; 2 – приемно-винтовая часть насадки; 3 – перегородки;  
 4 – турбулизаторы; 5 – подъемные листовые лопасти; 6 – загрузочная камера барабана;  
 7 – разгрузочная камера

Для обогрева рабочего пространства сушильного барабана используют дымовые газы из топки, установленной перед барабаном, в которой сжигают природный газ. Шлам поступает во вращающийся сушильный барабан на приемно-винтовую часть насадки, которая перемещает его в среднюю часть барабана; захватываемый перегородками материал поступает в верхнюю зону барабана, перекачивается по поверхности перегородок, перемещаясь в продольном направлении к противоположному краю; срываясь с перегородки, шлам дробится на мелкие куски, которые при падении подсушиваются в перекрестном потоке теплоносителя. Обтекая турбулизатор, теплоноситель перераспределяется по сечению барабана, отклоняясь от центра к периферийной его зоне, где оседает падающий с перегородок материал, который затем подхватывается перегородками следующей пары, смещенной относительно предыдущей на  $45^{\circ}$ . Это смещение обеспечивает равномерное поступление материала на следующие перегородки и улучшает условия сушки благодаря тому, что сформировавшийся на предыдущих перегородках поток теплоносителя при входе в зону последующих перегородок имеет развитую поверхность контакта с высушиваемым материалом, что повышает тепло и массообмен. Подсушенный в средней части барабана материал поступает на подъем-

ные листовые лопасти разгрузочного конца барабана, откуда направляется в камеру выгрузки.

Конструкция насадки, – изогнутые под одинаковым углом перегородки с равной кривизной изгиба, симметричное расположение перегородок попарно выпуклыми поверхностями друг к другу, – обуславливает разделение барабана на равновеликие секторы, что обеспечивает равномерность сушки, практически одинаковую влажность высушенного материала. Было установлено, что при угле изгиба перегородок  $60^{\circ}$  увеличивается число перегородок, а, следовательно, металлоемкость внутренней насадки. Кроме того, при острых углах влажный материал налипает на близко расположенные одна к другой поверхности перегородок, что исключает из процесса сушки приосевую область барабана, где наиболее высоки температура и скорость теплоносителя. При изгибе перегородок под углом  $120^{\circ}$  очередная пара перегородок частично входит в зону потока теплоносителя и материала, созданную предыдущей парой перегородок, что снижает эффективность сушки.

Увеличение или уменьшение угла смещения парных перегородок приводит к необходимости увеличения числа перегородок и уменьшению сечения для прохода теплоносителя и материала, а также к ухудшению перемещения последних, что, в конечном счете, ухудшает аэродинамический режим барабана и процесс сушки.

Установка за каждой парой перегородок дисков различного диаметра создает по длине барабана область переменных давлений и скоростей, что способствует интенсификации тепло- и массообмена при сушке. Лучшие результаты были достигнуты при отношении диаметра диска к диаметру барабана 1:4–1:6. При отношении более 1:6 снижаются скорость теплоносителя в местах установки дисков и интенсивность процесса сушки; при отношении менее 1:4 возрастает аэродинамическое сопротивление и увеличивается количество пыли, выносимой из барабана.

В результате исследования были установлены оптимальные шаг установки перегородок с дисками (0,05–0,08 длины барабана) и расстояние между диском предыдущей пары перегородок и перегородками последующей пары (0,4–0,5 шага установки перегородок) – такие параметры обуславливают интенсификацию процесса сушки материала в результате эффективного дробления при падении его с перегородок, а также исключают образование застойных зон. При уменьшении шага до 0,03–0,04 длины барабана возрастает аэродинамическое сопротивление барабана; увеличение шага до 0,09–0,10 длины барабана приводит к ухудшению процесса сушки вследствие уменьшения пульсационного характера движения теплоносителя. Уменьшение ширины зазора между дисками и перегородками (менее 0,4 шага) приводит к зарастанию насадки, а увеличение ширины зазора более 0,5 шага – к образованию застойных зон, что отрицательно влияет на интенсификацию процесса и качество сушки.

Достоинствами разработанной насадки для барабанной сушилки являются эффективное разрыхление и более равномерное (по сравнению с насадкой старой конструкции) распределение влажного материала в средней части рабочего объема барабана, уменьшение длительности пребывания материала в наиболее холодной зоне (около стенок барабана), увеличение поверхности контакта материала с теплоносителем. Более высокая температура поверхностей перегородок и дисков препятствует налипанию на них влажного материала, в результате чего создается дополнительная поверхность нагрева влажного материала в зоне высоких температур. Сушка практически завершается в средней части барабана, где установлены перегородки с дисками.

Технико-экономические показатели работы вращающейся барабанной сушилки с различными системами внутренней насадки приведены ниже:

Производительность, т/ч:	Насадки	
	старая	новая
по исходному шламу	8	12
по испаренной влаге	1,6	2,88
Влажность шлама, %		
до сушки	30	30
после сушки	10–12	6–8
Удельный расход:		
топлива (природный газ), м <sup>3</sup> /т шлама	60–63	50–52
тепла, кДж/кг	10676,3	7410,6
Напряжение объема сушилки по испаренной влаге, кг/(м <sup>3</sup> ч)	26,3	47,4
Продолжительность сушки шлама, мин	50–55	30–35

При износе отдельных элементов насадки их можно заменить новыми, так как перегородки с дисками выполнены съёмными.

#### Выводы

Разработана новая комбинированная внутренняя насадка вращающейся барабанной сушилки. Ее испытание на трудновысушиваемых шламах конвертерного производства показало, что она обеспечивает повышение интенсивности процесса и качество сушки, снижение удельного расхода топлива до 21 % и трудоемкости ремонтных работ.

Новая насадка принята в промышленную эксплуатацию на ОАО «НЛМК».

#### Литература

1. В.П. Ульянов и др. Насадка вращающегося барабана // Авт. свид. СССР, № 1267146, Кл. F 26 В 25/16. – Открытия. Изобретения. – 1986. – № 40. – с. 138.
2. В.П. Ульянов, В.Я. Дмитриев, В.Д. Поминов и др. Усовершенствование внутренней насадки вращающейся барабанной сушилки // Черная металлургия: Бюлл. НТИ. – 1990. – № 6. – с. 42–43.

УДК 66. 047. 57. 004. 68

Ульянов В.П., Ковалік О.М., Булавін В.І., Ульянова І.В.

#### **РОЗРОБКА ВНУТРІШНЬОЇ НАСАДКИ ОБЕРТОВИХ БАРАБАНИХ СУШАРОК**

УКРГНТЦ "Унергосталь" розроблена нова конструкція внутрішньої насадки обертової барабанної сушарки. Насадка випробувана на конвертерних шламах ВАТ "НЛМК". Результати випробувань показали, що насадка забезпечує підвищення інтенсивності процесу і якість сушіння, зниження питомої витрати палива до 21 %.