



УДК 628.334.5

А. Б. КАНСКИЙ, канд. техн. наук, **Д. В. СТАЛИНСКИЙ**, канд. техн. наук, генеральный директор,
В. И. КУКЛИЧ, заведующий отделом
УкрГНТЦ «Энергосталь», г. Харьков

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ КАМЕР ХЛОПЬЕОБРАЗОВАНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ОТСТОЙНИКОВ

Рассмотрены результаты работы отстойников диаметром 30,0 м с серийно выпускающимися и реконструированными распределительными устройствами водоворотных камер хлопьеобразования при очистке воды системы оборотного водоснабжения прокатных цехов Кузнецкого металлургического комбината. Дано обоснование повышения эффективности работы отстойника с нисходящим движением потока в камере хлопьеобразования по сравнению с восходящим.

прокатный цех, оборотное водоснабжение, отстойники, камера хлопьеобразования

В настоящее время в системах водоснабжения стан- нов горячей прокатки, доменных и конвертерных газоочисток получили широкое распространение отстойники диаметром 30 м со встроенными камерами хлопьеобразования [1], выпускающиеся серийно Иркутским заводом тяжелого машиностроения. Как показал опыт эксплуатации, отстойники работают удовлетворительно в различных условиях и обеспечивают надежную работу технологического оборудования.

Стремление к снижению затрат на эксплуатацию систем оборотного водоснабжения и упрощению их обслуживания привело к отказу от строительства реагентных хозяйств на ряде металлургических заводов. В этих условиях укрупнение механических примесей в камерах хлопьеобразования осуществляется только за счет градиентной коагуляции (столкновение и слипание частиц вследствие перемешивания воды). Поиск оптимальных конструкций камер, обеспечивающих наиболее благоприятные условия для градиентной коагуляции, является одной из актуальных задач.

Отстойники, выпускающиеся серийно, имеют камеру хлопьеобразования водоворотного типа с восходящим движением воды. Распределительное устройство камеры выполнено в виде трех радиальных труб с тангенциальными отводами, выходящими из нижней части центральной трубы, имеющей воздухоотводящие патрубки. Ограничительная стенка камеры не доходит до уровня воды в отстойнике на 350 мм, обеспечивая неразрушающие скорости выходящего потока воды. В зазоре между нижним краем ограничительной стенки камеры хлопьеобразования и дном резервуара в процессе работы отстой-

ника образуется гидравлический затвор из шлама, предотвращающий выход воды в ее нижней части (рис. 1).

Кузнецким металлургическим комбинатом (г. Новокузнецк, Кемеровской обл.) по предложению УкрГНТЦ «Энергосталь» реконструирована камера хлопьеобразования одного из трех отстойников, построенных для

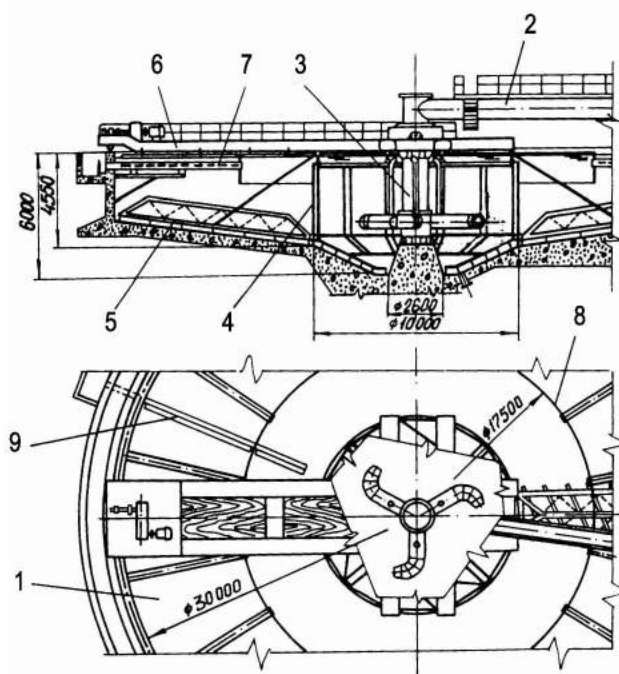


Рис. 1. Отстойник \varnothing 30,0 м с водоворотной камерой хлопьеобразования, выпускающийся серийно ИЗТМ:

1 – резервуар; 2 – подающая труба; 3 – распределительное устройство; 4 – ограничительная стенка камеры хлопьеобразования; 5 – гребковая ферма; 6 – поворотный мост; 7 – водосборная система; 8 – полупогружной щит; 9 – маслоотводящий лоток.

очистки воды в системе оборотного водоснабжения прокатных цехов.

Радиальные трубы с тангенциальными отводами распределительного устройства этого отстойника перенесены в верхнюю часть камеры хлопьеобразования¹ (рис. 2). Верхняя кромка ограничительной стенки поднята на 100 мм выше уровня воды, а в нижней ее части выполнено 12 окон высотой 0,5 м и шириной 2,1 м. В соответствии с приведенными на рис. 1 размерами, рабочий объем камеры увеличился только на 8,0 м³ (расчетный объем цилиндрической части камеры составляет 330,0 м³), то есть ее гидравлическая характеристика после реконструкции практически не изменилась. Среднее значение градиента скорости, определяемое из соотношения [2]:

$$G = \sqrt{\frac{QV^2\gamma}{2W\eta}}$$

составляет 53 с⁻¹,

где: Q – производительность отстойника, м³/с;
 V – скорость выхода струй из сопел распределительного устройства, м/с;
 γ – плотность воды, кг/м³;
 W – объем камеры хлопьеобразования, м³;
 η – динамическая вязкость воды, Па·с.

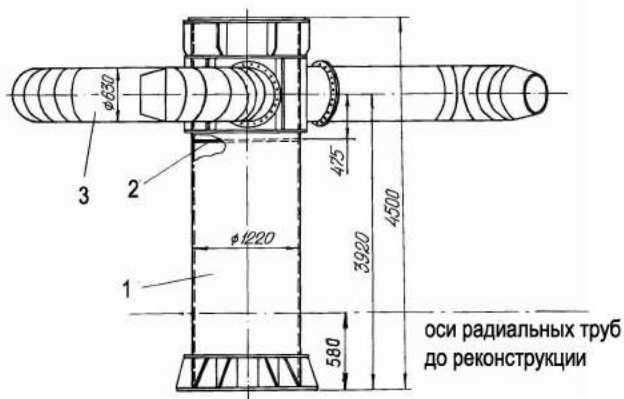


Рис. 2. Реконструированное распределительное устройство:
 1 – центральная труба; 2 – донная перегородка;
 3 – радиальные трубы с тангенциальными отводами.

Направление движения потока в этом случае изменилось с восходящего на нисходящее, и с точки зрения условий коагуляции имеет принципиальное различие по следующим соображениям.

В соответствии с современными представлениями о градиентной коагуляции скорость образования агрегатов описывается уравнением [3]:

¹ Необходимость устройства воздухоотводящих патрубков при этом отпала

$$\frac{d_n}{d_1} = K_r a^3 G w^2 n^2,$$

где: K_r – константа градиентной коагуляции;
 a – размер частиц;
 G – градиент скорости;
 w – отношение сферы действия межмолекулярных сил к размеру частиц;
 n – число частиц.

Следовательно, существенное влияние на процесс укрупнения частиц кроме градиента скорости оказывают их концентрация и размер.

Загрязненная вода, поступающая на отстойники от прокатных станков Кузнецкого металлургического комбината, содержит от 150 до 350 мг/л взвеси, гранулометрический состав которой приведен ниже:

Размер фракции, мм	>2,0	2,0–1,0	1,0–0,5	0,5–0,25	0,25–0,1	<0,1
Содержание, %	1,8	2,9	7,4	21,1	28,3	38,5

Как известно, восходящий поток воды способствует классификации взвеси [4], причем потоком увлекаются только частицы, критическая скорость осаждения которых меньше скорости потока. Для камеры хлопьеобразования с восходящим движением воды при производительности отстойника 2350 м³/час и 3500 м³/час (проектные нагрузки) величина вертикальной составляющей скорости с учетом коэффициента использования объема, принятого равным 0,75, имеет значения соответственно 0,011 м/с и 0,017 м/с, а критический размер частиц, рассчитанный по формуле Стокса (для $\gamma_{тв} = 1500$ кг/м³), исходя из величин этих скоростей, составляет 200 мкм и 246 мкм.

Учитывая приведенный выше гранулометрический состав, следует отметить, что в камере хлопьеобразования отстойника с восходящим движением потока в процессе коагуляции участвует только около 60 % всей взвеси. В камере с нисходящим потоком воды классификация взвеси отсутствует, и в процессе коагуляции участвует практически вся взвесь, следовательно, эффективность коагуляции должна быть выше. Это подтверждается результатами исследований работы серийно выпускающегося отстойника и отстойника с реконструированной камерой хлопьеобразования.

На рис. 3 приведены графики зависимости эффекта осветления воды от производительности отстойников. В соответствии с этими графиками, эффективность работы отстойника с нисходящим движением воды в камере хлопьеобразования при одинаковой производительности всегда выше, чем отстойника с восходящим движением воды в камере. Учитывая, что режим работы зон осаждения в обоих случаях идентичен, это явление может быть



объяснено созданием благоприятных условий для градиентной коагуляции при нисходящем движении воды.

ВЫВОДЫ

1. Конструктивные особенности камер хлопьеобразования существенным образом влияют на эффективность градиентной коагуляции, так как они определяют гидродинамические условия взаимодействия частиц загрязнений.

2. Сравнительные испытания отстойников с различным расположением радиальных труб распределительных устройств водоворотных камер хлопьеобразования в условиях металлургического комбината, где в сточных водах преобладают частицы загрязнений размером менее 250 мкм, подтвердили целесообразность организации в камерах нисходящего движения потока, способствующего повышению эффекта осветления воды за счет интенсификации процесса градиентной коагуляции.

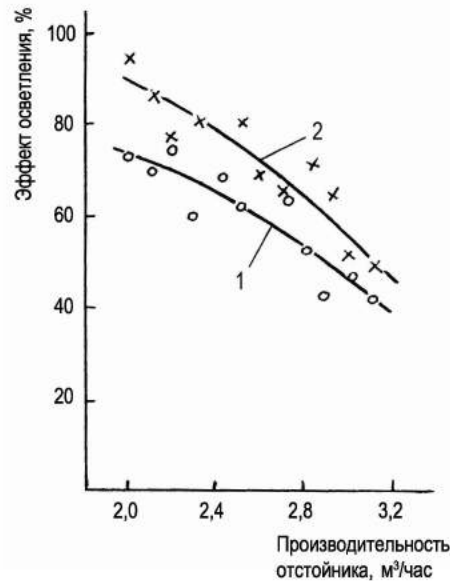


Рис. 3. Эффективность работы отстойников с различным расположением радиальных труб распределительных устройств камер хлопьеобразования на Кузнецком металлургическом комбинате:

1 – отстойник с серийно выпускающимся распределительным устройством; 2 – отстойник с реконструированным распределительным устройством

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Канский А. Б. и др. Производственные испытания отстойника с камерой хлопьеобразования при очистке окалино-маслосодержащих сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника. – 1979. – № 1. – С. 3–5.
2. Вейцер Ю. И., Луценко Г. Н., Цветкова А. Н. Оптимальные условия образования хлопьев при коагуляции сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника. – 1975. – № 9. – С. 3–5.
3. Вейцер Ю. И., Минц Д. М. Высокомолекулярные флокулянты в процессах очистки воды. – М.: Стройиздат, 1975. – 192 с.
4. Фоменко Т. Г. Гравитационные процессы обогащения полезных ископаемых. – М.: Недра, 1966. – 332 с.

Поступила в редакцию 22.12.05

Розглянуті результати роботи відстійників діаметром 30,0 м з реконструйованими розподільними пристроями коловоротних камер утворення пластівців під час очищення водної системи зворотного водопостачання прокатних цехів Кузнецького металургійного комбінату. Надано обґрунтування підвищення ефективності роботи відстійника з низхідним рухом потоку у камері утворення пластівців порівняно з висхідним.

Results of settlers' performance of \varnothing 30.0 m with serially produced and reconstructed distributing devices of vortex flocculation chambers during water treatment of a circuit water supply system at rolling department of Kuznetsk iron-and-steel works are considered. The substantiation of increasing efficiency of settlers' performance with descending movement of a stream in the flocculation chamber in comparison with ascending one is given.