

- С. Е. Самохвалов и др. // *Металл и литьё Украины*. — 2011. — №1. — С. 7—10.
3. Моделирование теплового состояния ковшевой ванны установки ковш-печь мощностью 35 МВ·А / В. П. Пиптюк, С. Е. Самохвалов, В. Ф. Поляков и др. // *Сб. тр. ИЧМ НАНУ «Фундаментальные и прикладные проблемы чёрной металлургии»*. — 2011. — Вып. 23. — С. 137—141.
  4. Математическая модель гидродинамики расплава в заполняемом сталеразливочном ковше с учетом донной продувки металла аргоном / В. А. Вихлевщук, Ю. Н. Омесь, С. Е. Самохвалов, Е. С. Косухина // *Математичне моделювання*. — Дніпродзержинськ : ДДТУ, 1998. — №3. — С. 75—79.
  5. Самохвалов С. Є, Косухіна О. С. Чисельні методи в розрахунках металургійних агрегатів. — Дніпродзержинськ : ДДТУ, 2009. — 103 с.
  6. Основные данные для численных исследований гидродинамики ванны на установках ковш-печь переменного тока разной мощности / В. П. Пиптюк, В. Ф. Поляков И. Н. Логозинский и др. // *Сб.тр. ИЧМ НАНУ «Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии»*. — 2007. — Вып.14. — С. 145—153.
  7. Конструктивно-компановочные и технологические параметры для численного исследования гидродинамики расплава при обработке на установке ковш-печь мощностью 35 МВ·А / В. П. Пиптюк, И. Д. Буга, С. Е. Самохвалов и др. // *Сб.тр. ИЧМ НАНУ «Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии»*. — 2010. — Вып.21. — С. 133—137.

## Влияние формы донного отражателя на однородность пека в резервуарах хранения

И. А. НАЗАРЕНКО

Запорожская государственная инженерная академия

В работе предложено использование донных отражателей в вертикальных резервуарах хранения высокотемпературного пека. Проанализировано влияние формы донного отражателя на температурное поле в емкости. Доказано, что установка донного отражателя обеспечивает количественное расширение области в резервуаре, в которой пек разогрет до необходимой температуры, без дополнительных затрат.

У роботі запропоновано використання донних відбивачів у вертикальних резервуарах зберігання високотемпературного пеку. Проаналізовано вплив форми донного відбивача на температурне поле в ємності. Доведено, що установка донного відбивача забезпечує кількісне розширення області в резервуарі, в якій пек розігрітий до необхідної температури, без додаткових витрат.

The paper proposed the use of bottom reflectors in vertical storage tanks high pitch. Analyzed the influence of the shape of bottom reflector on the temperature field in the vessel. Proved that the installation of bottom reflector provides a quantitative extension of the reservoir in which pitch warmed to the desired temperature, without additional cost.

**Введение.** Каменноугольный пек является единственным видом связующего компонента для производства анодной массы, графитированных электродов, конструкционных и других материалов. Повышение требований к качеству электродов для мощных сталеплавильных печей и эксплуатации их при больших токовых нагрузках влечет за собой и более высокие требования к качеству каменноугольного пека [1]. Несоблюдение предъявляемых требований приведет к ухудшению качества конечной продукции. Важно обеспечить постоянство требуемых теплофизических и технологических свойств пека путем создания соответствующего температурного режима при его хранении и транспортировке.

Для интенсификации теплообмена в емкости предлагается использовать направляющие элементы различных форм [2] (рис. 1):

- а) с направляющим элементом цилиндрической формы;
- б) с направляющим элементом конической формы;
- в) с направляющим элементом трапецевидной формы;
- г) с направляющим элементом цилиндрической формы глухой конструкции;

д) с направляющим элементом цилиндрической формы и донным отражателем.

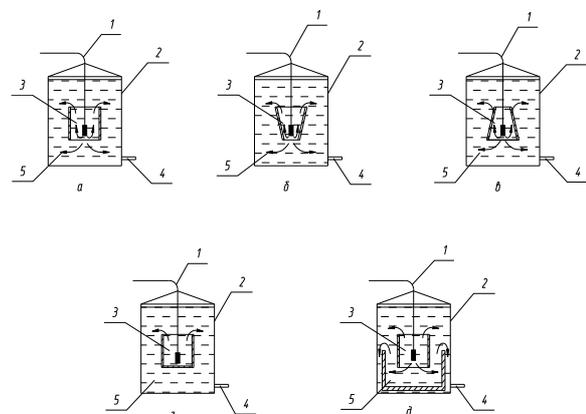


Рис. 1. Варианты конструкций резервуаров:

- 1 – подводящий патрубков;
- 2 - резервуар;
- 3 – локализатор;
- 4 – отводящий патрубков;

5 – область резервуара, заполненная жидкостью.

Данные конструкции разработаны для мазутных хозяйств [2]. Ввиду того, что вязкость пека выше вязкости мазута, не все известные технологии будут применимы для пековых хозяйств.

**Постановка задачи.** Область подогрева пека до заданной технологической температуры (185 °С) из-за его высокой вязкости локализуется у дна резервуара. При этом, в случае обеспечения постоянной температуры пека на выходе из внешнего подогревателя при циркуляционном способе нагрева возможны такие стационарные режимы работы, когда комплекс оборудования по поддержанию однородности пека работает неэффективно. Целью данной работы является исследование эффективности применения донных отражателей, которые количественно бы расширили область в резервуаре, в которой пек имел температуру не ниже технологической, без дополнительных энергозатрат. Так же необходимо проанализировать влияние формы отражателя на однородность пека в резервуаре.

Рассмотрен наземный резервуар РВС (резервуар вертикальный стальной полезным объемом 700 м<sup>3</sup>), установленный в Запорожском регионе, а именно на территории ОАО «Укрграфит». Диаметр резервуара D = 10 м, высота H = 9 м. Толщина стенки  $\delta_{ст} = 0,012$  м. Расчетная температура окружающей среды (атмосферного воздуха) принята равной -22 °С. Резервуар имеет изоляцию из минеральной ваты толщиной  $\delta_{из} = 0,1$  м ( $\lambda_{из} = 0,056$  Вт / (м<sup>2</sup> · К)). Толщина стенки покрытия  $\delta_{пок} = 0,012$  м. Чтобы оценить эффективность применения, какой либо формы конструкции необходимо выполнить численное моделирование теплообмена и гидродинамики в ВСР [3]. Для анализа разработаем варианты конструкций донных отражателей (рис.2).

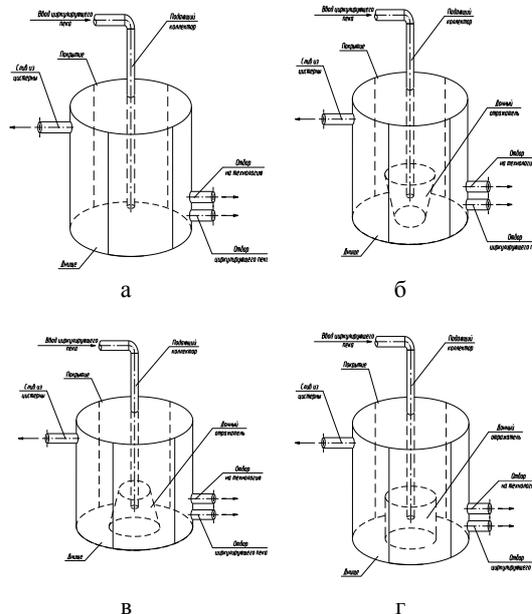


Рис. 2 Конструкции РВС с донными отражателями:

а) с направляющим элементом в виде соосно-расположенной цилиндрической трубы;

б) с направляющим элементом в виде соосно-расположенной цилиндрической трубы и конусовидным донным отражателем глухого типа;

в) с направляющим элементом в виде соосно-расположенной цилиндрической трубы и трапециевидным донным отражателем глухого типа;

г) с направляющим элементом в виде соосно-расположенной цилиндрической трубы и цилиндрическим донным отражателем глухого типа.

**Результаты исследований.** В результате численного моделирования, в основу которого положен метод конечных элементов, получено распределение температуры пека в вертикальном стальном резервуаре при циркуляционном способе нагрева с использованием донных отражателей различных конструкций (рис. 3).

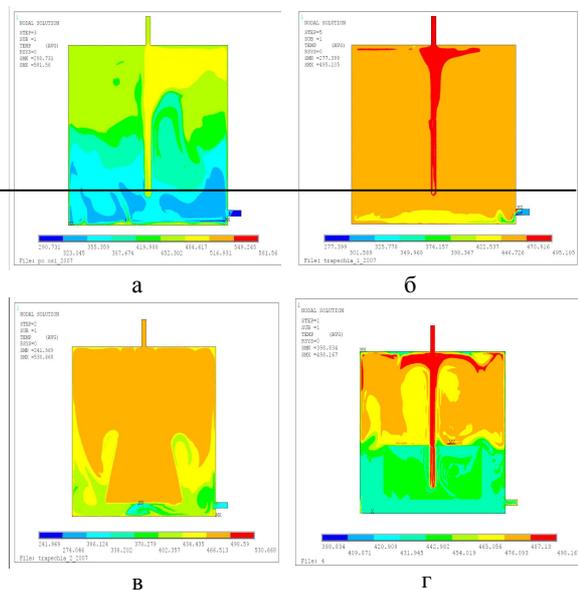


Рис. 3. Распределение температуры пека в РВС:

- а) без донного отражателя;
- б) с конусовидным донным отражателем;
- в) с трапециевидным донным отражателем;
- г) с цилиндрическим донным отражателем.

Видно, что в случае, когда в емкости отсутствует донный отражатель (схема а), наблюдается соударение разогретого пека о холодное дно резервуара, это приводит к локализации области с пониженной температурой в нижней части емкости. При таком способе подачи пека в емкость невозможно достигнуть однородности пека и технологически необходимой температуры не ниже 185 °С. Применение донных отражателей конусовидной (схема б) и трапециевидной формы (схема в) позволило добиться однородности пека в резервуаре, однако в последнем случае наблюдаются застойные зоны в нижней части резервуара. При использовании цилиндрического отражателя незначительно повысилась температура пека в резервуаре, однако температурное поле стало менее однородным и разделило резервуар на две области: верхнюю – с высокой температурой и нижнюю – с более низкой температурой.

**Выводы**

Результаты исследований по изучению температурного поля в вертикальных резервуарах большой вме-

стимости при циркуляционном способе нагрева пека показали эффективность использования донных отражателей. Расширить область с наиболее высоким температурным потенциалом возможно при помощи как трапециевидных, так и конических донных отражателей. Использование цилиндрических отражателей для достижения однородности пека в резервуарах так же возможно, однако следует учесть, что забор пека на технологию следует производить из верхней части резервуара. Применение донных отражателей позволит достичь равномерного распределения температуры в резервуаре и поддержания высокоинтенсивного вынужденного конвективного теплообмена в нем.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Привалов В. Е. Каменноугольный пек. / В. Е. Привалов, М. А. Степаненко. М.: Металлургия, 1981. — 387 С.
2. Варфоломеева О. И. Исследование процесса циркуляционного разогрева тяжелого жидкого топлива методом численного моделирования / О. И. Варфоломеева // Известия вузов. Строительство. — 2003. — №8. — С. 85 — 88.
3. Мадера А. Г. Моделирование теплообмена в технических системах / А. Г. Мадера. М.: Изд-во Науч. Фонда «Первая Исслед. лаб. им. Акад. В. А. Мельникова», — 2005. — 208 с.

пост. 24.09.12