

среда, в которой живет население, они с болью говорят о состоянии нарушенных земель.

В настоящее время в Республике Казахстан почти не занимаются рекультивационными работами нарушенных, загрязненных земель. Разноречивые данные о площадях нарушенных земель говорят об отсутствии в ведомстве по земельным ресурсам точного учета земель, подвергнутых нарушениям. В последний раз научно-обоснованные рекультивационные работы проводились в середине 80-х годов прошлого столетия, когда был закон, принятый правительством СССР по восстановлению нарушенных земель.

В настоящее время таких требований и законодательных актов, принятых государственными органами, не существует. Почвенно-растительный покров нарушается, уничтожается и загрязняется, сокращаются биопродуктивные земли, которые выводятся из народнохозяйственного оборота. В данное время нарушители почвенного покрова отделываются штрафами, которые идут в местные органы районов, областей и т.д., а рекультивационными работами нарушенных земель никто не занимается и никто не несет за это ответственность.

Из вышеизложенного обоснования следует, что в республике нужны законы по охране почв и рекультивации нарушенных и загрязненных земель.

## **РАСЧЕТ МАТЕРИАЛЬНОГО И ТЕПЛОВОГО БАЛАНСА**

*Хайконенко О.Я., Русина О.Н.*

*Томский политехнический университет, г. Томск*

*Научные руководители: Федорчук Ю.М., профессор кафедры  
экологии и безопасности жизнедеятельности*

### **Введение**

Учеными Томского политехнического университета был разработан и внедрен в производство уникальный способ изготовления каркасно-монолитных модулей помещений (ККМ) из фторангидрита, сульфаткальциевого отхода, образующегося на площадках химических, атомных производств и цветной металлургии [1].

Технологическая схема изготовления ангидритовых каркасно-монолитных модулей показана на рис. 1.

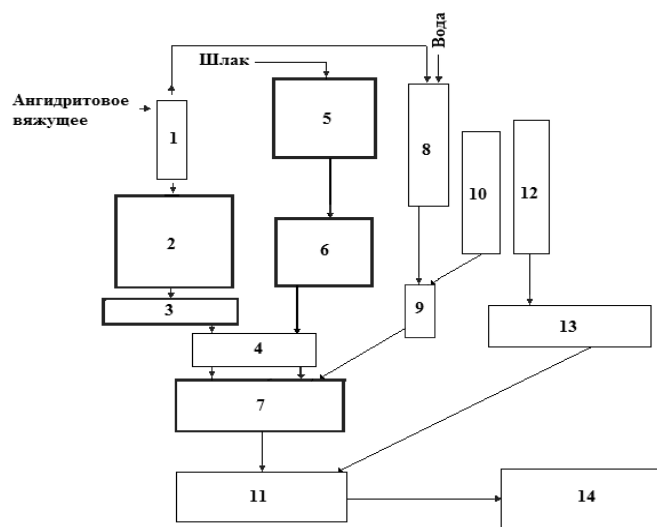


Рис. 1. Технологическая схема изготовления ангидритовых каркасно-монолитных модулей

1 – циклон; 2 – расходный бункер ангидритового вяжущего; 3 – шнек-дозатор ангидритового вяжущего; 4 – скип; 5 – расходный бункер золошлака; 6 – шнек-дозатор золошлака; 7 – растворо-бетоно-смеситель; 8 – абсорбер; 9 – дозатор воды; 10 – расходная емкость с водой; 11 – площадка изготовления каркасно-монолитных модулей; 12 – склад хранения металлопроката и съемной опалубки; 13 – площадка изготовления металлического каркаса модуля; 14 – склад полуфабрикатной продукции – каркасно-монолитных модулей помещений.

Первоначально из цеха подготовки унифицированного фторангидрита по пневмопроводу через циклон 1 подается ангидритовое вяжущее (АВ) в расходный бункер 2 ангидритового вяжущего. Из бункера 2 посредством шнека-дозатора 3 ангидритовое вяжущее поступает в скип 4. Просеянный золошлак (фракцией менее 20 мм) разгружают грузовым транспортом в расходный бункер 5 и при помощи шнека-дозатора 6 подают также в скип 4, из которого сыпучие материалы поступают в растворо-бетоносмеситель (РБС) 7. В РБС 7 из емкости 10 через дозатор 9 подается дозированное количество воды. Запыленный воздух после циклона 1 поступает в водяной абсорбер 8, а затем, после завершения наполнения бункера 2 циркуляция воды через абсорбер 8 прекращается и пульпа (взвесь ангидрита в воде) направляется через дозатор 9 в РБС 7, что обеспечивает безотходность производства. После смешения исходных ингредиентов полученный ангидритозлаковый бетон заливают в межопалубочное пространство многократно используемой съемной опалубки, предварительного смонтированного вокруг металлического каркаса на площадке изготовления модуля 11. Каркас модуля изготавливают на площадке

изготовления металлического каркаса модуля 13 из металлопроката, заранее привезенного на склад 12.

### Расчет материального и теплового баланса

Для теплового баланса процесса необходимо рассчитать материальный баланс, исходя из разовой загрузки растворобетоносмесителя.

В основе материального расчета физико-химических процессов лежит закон сохранения массы вещества (формула 1) и стехиометрические законы, позволяющие определить массы веществ.

$$\sum m_{\text{исх}} = \sum m_{\text{кон}} \quad (1)$$

где  $m_{\text{исх}}$  – сумма масс исходных продуктов;  $m_{\text{кон}}$  – сумма масс конечных продуктов [2].

Расчет производим согласно утвержденным методическим рекомендациям [2] и следующим исходным данным.

Годовая производительность по ангидритовому вяжущему составляет 1 200 т.

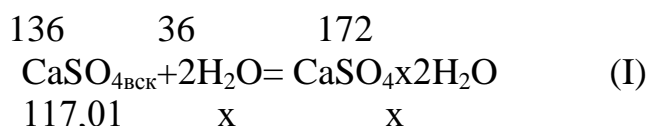
В 100 кг ангидритового вяжущего (АВ) содержится 99 кг фторангидрита  $\text{CaSO}_4$  и 1 кг дифторид кальция  $\text{CaF}_2$ .

В свою очередь в 99 кг  $\text{CaSO}_4$  содержится:

$$99 \times 0,2 = 19,8 \text{ кг водорастворимого } \text{CaSO}_{4 \text{ н/о}}$$

$$99 \times 0,8 = 79,2 \text{ кг нерастворимого (намертвообожженного) сульфата кальция } \text{CaSO}_{4 \text{ вск}}$$

Количество реагентов рассчитаем согласно реакции I, если известны их молекулярные массы:



Опытным путем было определено, что компоненты для приготовления строительной смеси в растворобетоносмесителе поддерживается в весовом соотношении (0,9:0,7:0,16) = (ангидритовое вяжущее:шлак:вода).

При производстве КММ используют растворобетоносмеситель с объемной производительностью  $0,9 \text{ м}^3$ , который за час способен выполнить 12 замесов объемом  $5,4 \text{ м}^3$  ангидритово-шлакового бетона.

Разовая загрузка растворобетоносмесителя производительностью  $0,9 \text{ м}^3$  составит 1584 кг строительной смеси.

Полученные результаты расчета представлены в таблице 2.

Таблица 2. Материальный баланс на разовую загрузку растворобетоносмесителя

| № | Приход                        | кг     | Расход                               | кг     |
|---|-------------------------------|--------|--------------------------------------|--------|
| 1 | CaSO <sub>4</sub> BC          | 162    | CaSO <sub>4</sub> x2H <sub>2</sub> O | 204,9  |
| 2 | CaSO <sub>4</sub> H/O         | 648    | CaSO <sub>4</sub> H/O                | 648    |
| 3 | CaSiO <sub>3</sub>            | 630    | CaSiO <sub>3</sub>                   | 630    |
| 4 | H <sub>2</sub> O<br>технолог. | 144    | H <sub>2</sub> O<br>технолог.        | 144    |
| 5 | H <sub>2</sub> O реакц.       | 42,9   |                                      |        |
|   | Итого                         | 1626,9 |                                      | 1626,9 |

H<sub>2</sub>O реакц. – стехиометрическое количество реакционной воды; H<sub>2</sub>O технолог. – технологически необходимое, в том числе стехиометрическое, количество воды.

На основании данных о массах исходных компонентов и получаемых продуктов (таблица 2) рассчитаем тепловой баланс для растворобетоносмесителя.

Тепловой баланс основан на законе сохранения энергии. Для химико-технологических процессов приход теплоты Q<sub>пр</sub> данного аппарата равен расходу теплоты Q<sub>расх</sub> в том же аппарате:

$$\sum Q_{\text{пр}} = \sum Q_{\text{расх}} \quad (2)$$

Количество теплоты, приходящее с исходными компонентами, рассчитывается по формуле:

$$Q_i = (m_i/M_i) \times C_{pi} \times \Delta T \quad (3)$$

где Q<sub>i</sub> – количество теплоты i-того компонента, кДж; m/M – количество молей i-того вещества, моль; ΔT – разность температур, начальной и достигнутой; C<sub>pi</sub> – теплоемкость i-того компонента, Дж/(мольхК).

Теплоемкость вещества определяется по формуле 4:

$$C_p = a + bT + c^1/T^2 \quad (4)$$

где a, b, c<sup>1</sup> – справочные данные [2].

Расчеты теплового баланса представлены в таблице 3.

Таблица 3. Тепловой баланс для растворобетоносмесителя

| №      | Наименование вещества | Q, кДж   | %     | №      | Наименование вещества                | Q, кДж   | %     |
|--------|-----------------------|----------|-------|--------|--------------------------------------|----------|-------|
| Приход |                       |          |       | Расход |                                      |          |       |
| 1      | CaSO <sub>4</sub>     | 14839,1  | 27,77 | 1      | CaSO <sub>4</sub> x2H <sub>2</sub> O | 9094,46  | 16,62 |
| 2      | Золошлак              | 11113,25 | 20,8  | 2      | CaSO <sub>4</sub> H/O                | 24409,5  | 44,61 |
| 3      | H <sub>2</sub> O      | 7531     | 14,09 | 3      | Золошлак                             | 8862,36  | 16,2  |
| 4      | Реакция гидратация    | 19949,06 | 37,33 | 4      | H <sub>2</sub> O                     | 12350,84 | 22,57 |
| Итого  |                       | 53432,41 | 99,99 | Итого  |                                      | 54717    | 100   |

## **Выводы**

Таким образом, на основе результатов расчета материального баланса технологического процесса производства каркасно-монолитных модулей установлена часовая производительность процесса и представлена возможность определения характеристик выбираемого технологического оборудования (на смену, на сутки по производительности, габариты этого оборудования).

Расчет теплового баланса показал, что тепловая нагрузка на растворобетоносмеситель в результате осуществляемой в нем реакции гидратации незначительная. Реакция экзотермическая, температура массы и растворобетоносмесителя не превышает  $45^{\circ}\text{C}$ , что соответствует ГОСТу к нагретым поверхностям, в нашем случае теплоизоляция оборудования не потребуется.

## **Список информационных источников**

1. Федорчук Ю.М., Горюхин К.Е., Мананков А.В., Недавний О.И., Эрдниев А.И. Малогабаритное здание из бетонной смеси. Патент РФ на полезную модель № 35540 от 20.01.2004 г.

2. Расчеты химико-технологических процессов. Учебное пособие для вузов / Туболкин А.Ф., Тумаркина Е.С., Тарат Э.Я. и др.; Под редакцией И.П. Мухленова - изд. 2-е - Л.: Химия, 1982. - 248 с.

## **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССОВ ФИЛЬТРОВАНИЯ ВОДЫ НА РЕАКТОРАХ-ОСВЕТЛИТЕЛЯХ**

*Цыба А.А., Плеханова В.А.*

*Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)*

*Научный руководитель: Войтов Е.Л., д. т.н., профессор кафедры водоснабжения и водоотведения*

Рост городов, интенсивное развитие промышленности нанесли непоправимый ущерб окружающей среде. Анализ качества поверхностных и подземных природных вод показал, что многие поверхностные и подземные водоисточники России загрязнены природными и антропогенными химическими веществами, загрязненность по ПДК которых превышает норму более чем в 10 раз, а в ряде случаев более чем в 100 раз. Но существующие технологии очистки не всегда обеспечивают требуемое СанПиН 2.1.4.1074-01 качество очищаемой воды, поэтому необходимо совершенствование