

пасности, в которой следует предусмотреть не только меры, связанные с информационными технологиями (криптозащиту, программные средства администрирования прав пользователей, их идентификации и аутентификации, брандмауэры для защиты входов-выходов сети и т. п.), но и меры административного и технического характера.

Несмотря на кажущийся правовой хаос в рассматриваемой области, любая деятельность по разработке, продаже и использованию средств защиты информации регулируется множеством законодательных и нормативных документов, а все используемые системы подлежат обязательной сертификации Государственной Технической Комиссией при президенте России.

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ СХЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ НА ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СТАНЦИЯХ

Зырянов М.И.

*Казанский государственный
энергетический университет*

Важным вопросом интеграции ветроэнергетических станций (ВЭС) в электроэнергетическую систему является оптимизация схемных решений электрической части ВЭС. В предыдущих работах были оценены эксплуатационные показатели ВЭС на базе современных крупных ветроэнергетических установок (ВЭУ) для территории Республики Татарстан. Определено, что экономическая эффективность ВЭС может обеспечиваться путем эксплуатации ВЭУ с переменной частотой вращения с низкими номинальными скоростями (например DeWind D-6 с начальной скоростью 2,5 м/с, номинальной скоростью 11,5 м/с, скоростью отключения 23 м/с и номинальной мощностью = 1000 кВт, высотой башни 91,5 м).

На современном этапе развития ветроэнергетики можно выделить три основных типа ВЭУ получивших распространение: ВЭУ с постоянной частотой вращения ветроколеса (ВЭУ постоянной скорости), ВЭУ с частотой вращения ветроколеса изменяющейся в узких пределах (ВЭУ полу - переменной скорости), ВЭУ с частотой вращения ветроколеса изменяющейся в широких пределах (ВЭУ переменной скорости). Каждому типу ВЭУ соответствует определенный тип электрического генератора. Так на ВЭУ постоянной скорости используются асинхронные генераторы с короткозамкнутым ротором, на ВЭУ полу – переменной скорости используются асинхронизированные синхронные генераторы и генераторы с изменяемым сопротивлением обмотки ротора с технологией OptiSlip, ВЭУ переменной скорости применяются кольцевые синхронные генераторы совместно с преобразователем по схеме переменная частота, переменное напряжение – стабилизированное напряжение, фиксированная частота.

Существует две принципиально различные концепции в построении схем электрических соединений генераторов ВЭУ на ВЭС - на переменном и постоянном (выпрямленном) токе. Если ВЭС строится на базе ВЭУ с генераторами следующих типов: асинхронные

генераторы с короткозамкнутым ротором, асинхронные генераторы с технологией OptiSlip, асинхронизированные синхронные генераторы, то существует возможность построения схем соединения ВЭС на переменном токе, для последующего соединения ВЭС с электроэнергетической системой. В случае прибрежных ВЭС, когда ветропарки удалены на достаточное расстояние от берега и потери в кабелях переменного тока достигают значительных величин рассматриваются варианты построения схем ВЭС на постоянном токе. В случае применения на ВЭС синхронных генераторов кольцевого типа существует возможность построения схем соединения ВЭС, так называемого кластерного типа, отличающихся тем, что несколько генераторов соединяются между собой на генераторном напряжении, затем устанавливается преобразователь переменного тока переменной частоты в переменный ток фиксированной частоты со стабилизацией напряжения и повышающий трансформатор для последующего соединения ВЭС с электроэнергетической системой.

Для пунктов Республики Татарстан были проанализированы различные варианты электрических схем ВЭС, построенных на переменном токе, произведены оптимизационные электротехнические расчеты по выявлению наиболее рациональных схем соединения. Оценены потери энергии для различных вариантов схем. Произведено технико-экономическое сравнение различных вариантов схем с учетом факторов надежности.

Проведенные исследования схемных решений электрической части ВЭС доказали нецелесообразность сооружения на ВЭС РУ на пониженном напряжении 0,69 кВ.

Дальнейшие исследования будут направлены на обоснование применения постоянного тока для прибрежных ВЭС, которые можно разместить в перспективном и малоисследованном районе Куйбышевского водохранилища, а также применению кластерных схем с использованием синхронных генераторов кольцевого типа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Grauers A., Lindskog A. Pm generator with series compensated diode rectifier//2000 IEEE Nordic Workshop on Power and Industrial Electronics (NORpie/2000), Aalborg, Denmark, 13-16 June, 2000. p. 59-63.
2. Hansen L. H., Helle L., Blaabjerg F., Ritchie E., Munk-Nielsen S., Bindner H., Sorensen P., Bak-Jensen B. Conceptual survey of generators and power electronics for wind turbines. Technical Report Riso-R-1205(EN), Riso National Laboratory, Roskilde, Denmark, December 2001. ISBN 87-550-2743-8.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ОБЕЗУГЛЕРОЖИВАНИЯ СТАЛИ ПРИ КОВШЕВОМ ВАКУУМИРОВАНИИ

Кабаков З.К., Кабаков П.З.

К одному из способов внепечной обработки стали относится вакуумирование. При вакуумировании

происходят взаимосвязанные процессы тепломассообмена, химических реакций, выделения газов, фор-

мирования газовой смеси в вакуумной камере и др. (рис.1).

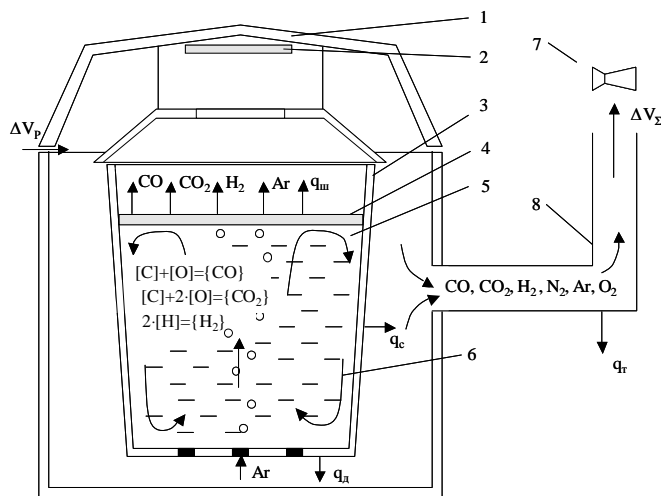


Рисунок 1. Схема агрегата и физико-химических процессов: 1 - камера УВС; 2 – водоохлаждаемая панель; 3 – ковш; 4 - шлак; 5 – жидкая сталь; 6 - контур циркуляции; 7 - пароэжекторный насос; 8 - газотводящий тракт; ΔV_p - объем воздуха, поступающий через неплотности; ΔV_Σ - объем газовой смеси, откачиваемой насосом; $q_{ш}$, q_c , q_d - потоки тепла от шлака, стенки и дна ковшика, трубы газотводящего тракта, соответственно.

При разработке технологии производства стали с использованием вакуумирования применяют расчетно-теоретические и экспериментальные методы. При этом рассматривают основные элементы процесса по отдельности. Оценивают возможности реакции взаимодействия углерода и кислорода в зависимости от давления в камере агрегата, снижение температуры металла в ковше при обработке, распределение кислорода между металлом и шлаком, определяют условия для обеспечения оптимального состава шлака по результатам экспериментов и др. В результате получают приближенные решения без учета взаимосвязи элементов и динамики процесса.

При таком подходе не учитывается тот факт что, любой металлургический технологический процесс - это система, состоящая из взаимодействующих между собой элементов (подпроцессов). Поэтому освоение технологии выполняется в течение длительного периода методом проб и ошибок на большом количестве опытных плавов.

В настоящее время продолжается освоение новых марок сталей с ультранизким содержанием углерода, водорода и азота. Для сокращения затрат на эмпирическое освоение технологии вакуумирования необходимы новые подходы к построению математической модели, которая позволила бы рассматривать процесс вакуумирования во всей его сложности, характерной для реального объекта.

В данной работе при создании математической модели процесса обработки плавки на установке вакуумирования стали (УВС) использован системный подход, выделены основные процессы и подпроцессы, установлена их взаимосвязь. Разработано математическое описание процессов тепломассообмена, взаимодействия углерода с кислородом металла и шлака, удаления газов, формирования количества, состава и давления газовой смеси в камере УВС. При описании процесса взаимодействия углерода и кислорода применен принцип аддитивности [1, 2]. Дифференциальные уравнения тепломассообмена в жидкой стали и ковше решены с использованием метода конечных разностей и алгоритмического языка программирования Borland Delphi. Выполнено тестирование алгоритмов решения дифференциальных уравнений и адаптация процессов теплопроводности, перемешивания металла в ковше при продувке аргоном, обезуглероживания и удаления продуктов реакций, формирования газовой смеси в камере УВС. Модель прошла проверку адекватности на основе экспериментальных данных, полученных в промышленных условиях, в т.ч. по динамике состава отходящих газов. На рис.2 приведены экспериментальные данные и результаты моделирования по составу отходящих газов. Как видно на рис.2, результаты моделирования хорошо согласуются с экспериментальными данными. Наблюдаемое различие в интервале 0-400с объясняется техническими особенностями работы газоанализатора УВС.

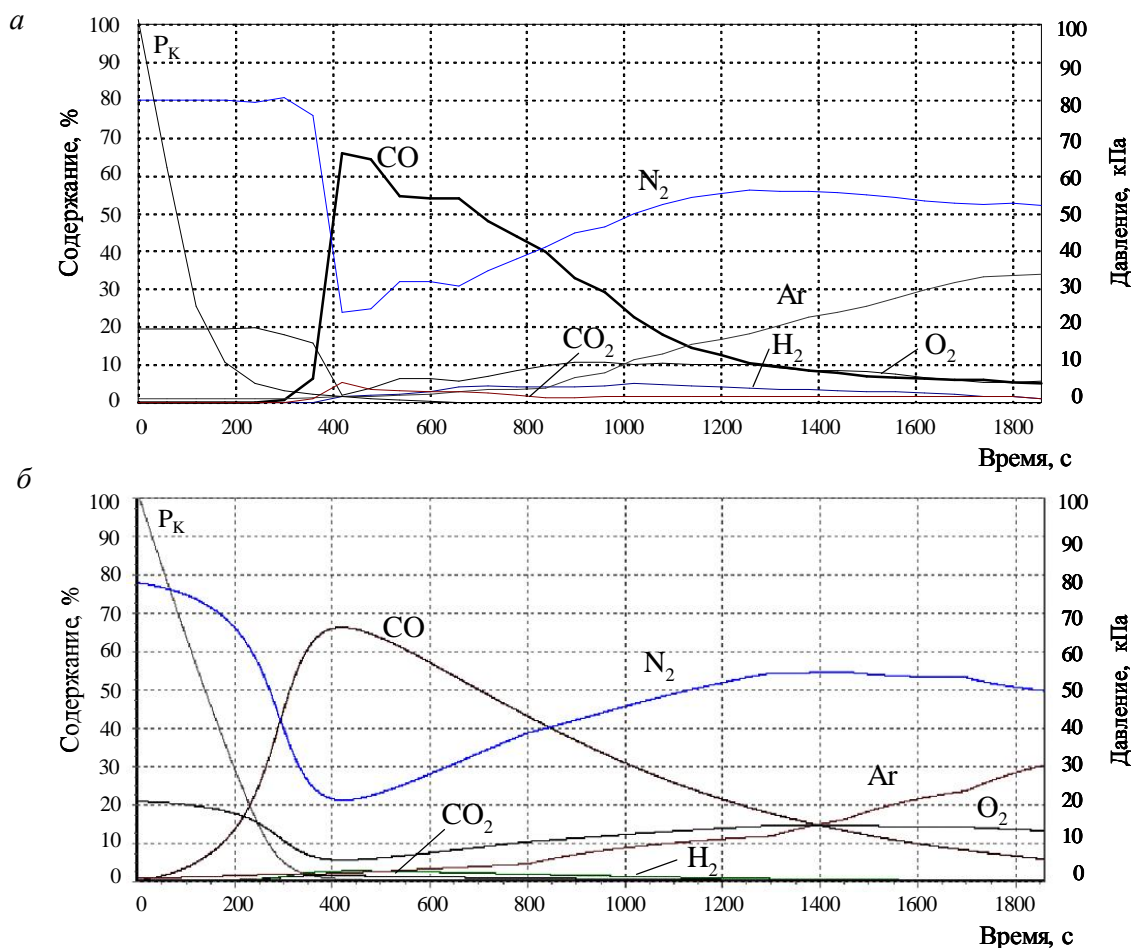


Рисунок 2. Изменение состава газовой смеси в процессе вакуумирования:
а – при обработке экспериментальной плавки; *б* – результаты моделирования.

С помощью модели исследованы и уточнены различные закономерности вышеуказанных процессов, разработаны рекомендации по совершенствованию технологии.

Созданная модель имитирует процесс обработки металла на УВС в целом с учетом взаимосвязи и динамики основных процессов, в связи с чем, возможно, ее многофункциональное использование для исследования тепломассообменных процессов и обобщения имеющихся знаний в этой области, разработки и совершенствования технологии обработки металла вакуумом для ковшевых УВС различной емкости, для обучения студентов и повышения квалификации производственного персонала металлургических предприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Решение задачи обезуглероживания стали в ковше при вакуумировании / З.К. Кабаков, П.З. Кабаков //Известия вузов. Чер.мет. – 2004. - №5. – с. 15-16.
2. З.К. Кабаков, П.З. Кабаков, С.Н. Сумин. Применение принципа аддитивности к математическому описанию процесса обезуглероживания при вакуумировании //Моделирование, оптимизация и интенсификация производственных процессов и сис-

тем: материалы Международной научно-технической конференции. – Вологда: ВоГТУ. – 2004. - с. 57-59.

ЗАЩИТА АТМОСФЕРЫ НА ОБЪЕКТАХ ДОБЫЧИ И ПЕРЕРАБОТКИ ПРИРОДНОГО ГАЗА, СОДЕРЖАЩЕГО СЕРОВОДОРОД

Лагутин В.В.

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, Волгоград

Для уменьшения загрязнения воздушного бассейна газодобывающими предприятиями предусматриваются различные технологические и организационно-технические мероприятия. На месторождениях, в газе которых содержится сероводород, им уделяется особое внимание. К основным таким мероприятиям относятся: правильный выбор материалов для оборудования, трубопроводов, арматуры, средств КИП и автоматики, работающих в средах, содержащих кислые газы; герметизация системы по добыче, транспорту и промышленной подготовке газа и углеводородного конденсата; применение систем автоматических блокировок и аварийной остановки, обеспечивающих отключение оборудования и установок при наруше-