

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента доктора технических наук, доцента  
**Балабина Валентина Николаевича**  
на диссертацию **Склифуса Ярослава Константиновича** по теме  
«Сокращение энергопотребления системы охлаждения дизеля тепловоза  
изменением функциональной схемы и способа передачи тепла»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 05.22.07 – «Подвижной состав железных дорог, тяга  
поездов и электрификация»

### **Актуальность темы диссертации**

В связи с территориальными особенностями Российской Федерации тепловозы являются незаменимыми для грузоперевозок. При этом расход топлива на тепловозах очень велик, что влечет за собой колоссальные финансовые затраты. При работе тепловоза, часть мощности дизеля расходуется на собственные нужды локомотива, а одним из основных потребителей этой мощности является система охлаждения дизеля тепловоза.

Диссертационная работа Склифуса Я.К. направлена на повышение эффективности системы охлаждения дизеля тепловоза, путём использования фазовых переходов теплоносителя, что может дать значительный положительный экономический эффект. Сегодня это направление исследований является злободневным и перспективным.

Актуальность темы подтверждается ее соответствием «Энергетической стратегии холдинга ОАО "РЖД" на период до 2015 года и на перспективу до 2030 года».

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Диссертация Склифуса Я.К. базируется на применении современных методов научных исследований, отличающихся комплексным подходом применения теоретических и экспериментальных методов анализа и синтеза.

В обзорной части работы проведен достаточно глубокий анализ исследований предшественников, рассмотрены возможные теплоносители, особенности конструкций систем охлаждения дизелей тепловозов, исследовано влияние основных факторов на интенсивность теплоотдачи в радиаторных секциях, проведен анализ известных математических моделей процесса теплоотдачи при конденсации движущегося пара в трубах.

Представленное в теоретической части диссертации математическое моделирование базируется на проверенных фундаментальных расчетных зависимостях. Причем, аналитические преобразования дополняются и уточняются численными решениями с использованием ЭВМ.

### Коэффициент теплоотдачи с обеих сторон радиаторной секции.

Надо отметить, что теплоотдача носителя, находящегося в паровой фазе в несколько раз выше, чем в жидкостной, поэтому лимитирует процесс существующее оребрение секции.

Если мы увеличиваем коэффициент теплоотдачи с одной стороны трубы, то необходимо предусмотреть мероприятия, повышающие теплоотдачу и с другой стороны, снизить термическое сопротивление металла со стороны набегания воздушного потока.

Вырисовывается область применения данной системы – охлаждение высокогорсированных дизелей магистральных тепловозов, работающих в жарком климате.

### Решение проблемы герметизации системы.

В частности, на мой взгляд, существуют проблемы уплотнения вала привода насосов. В данной системе необходимо применять центробежные жидкостные насосы повышенного химического класса, например типа ADH (MB).

### Использование альтернативных теплоносителей.

Необходимо рассмотреть возможности применения в системе вместо анилина, являющегося не безопасным в использовании, веществ типа дифенила и дифенил-оксида. Целесообразно рассмотреть галлогенированные углеводороды, фреоны, хладоны и др. Перспективны перфторуглероды. Можно подобрать компоненты с такими же физическими свойствами но менее опасными по воздействию на природу и человека.

Полученные в диссертации теоретические результаты проверены и уточнены экспериментальными исследованиями с использованием натурного образца серийной радиаторной секции тепловоза, что также подтверждает обоснованность полученных результатов и выводов.

**Научная новизна полученных результатов диссертационной работы Склифуса Я.К. заключается в следующем:**

- уточнена математическая модель процесса теплоотдачи при конденсации пара внутри плоскоovalьных трубок путем учета геометрических особенностей сечения трубок и скорости распространения тепла в теплоносителе;

- исходя из экспериментальных данных, установлены закономерности влияния на коэффициент теплоотдачи при конденсации пара внутри плоскоovalьных трубок тепловозных радиаторных секций следующих факторов: длины трубок, температуры стенок трубок, начальной скорости пара, динамической вязкости конденсата. Результаты сформулированы в виде регрессионных уравнений;

- после объединения результатов математического моделирования, физических и численных экспериментов получено критериальное уравнение теплоотдачи при конденсации пара, движущегося внутри плоскоovalьных

трубок радиаторных секций тепловозов, учитывающее вышеперечисленные факторы а также наиболее важные для теплоотдачи физико-химические свойства теплоносителя.

**Достоверность полученных результатов подтверждается** следующим:

- теоретические выкладки проверены экспериментами;
- для экспериментальных исследований использовались сертифицированное стендовое оборудование и измерительная аппаратура, стандартные методики планирования эксперимента и обработки данных;
- для учета и отсеивания погрешностей, а также возникающих ошибок измерений использовались аппараты теории вероятности и математической статистики;
- основные разработанные технические решения защищены патентами, а численное решение математической модели защищено авторским правом на произведение (на компьютерную программу).

Все основные результаты диссертации достаточно полно отражены в научных публикациях, а также прошли апробацию на международных научных конференциях.

**Практическая значимость** результатов диссертации заключается:

- в разработке системы охлаждения дизеля тепловоза с использованием кипения теплоносителя и его конденсации в радиаторных секциях;
- в разработке технических и конструкционных решений отдельных узлов указанной системы охлаждения;
- в создании экспериментального комплекса для теплотехнических испытаний тепловозных радиаторов при конденсации пара в них;
- в разработке программного обеспечения для расчета коэффициента теплоотдачи при конденсации пара, движущегося внутри плоскоовальных трубок радиаторных секций тепловоза.

Согласно представленной в четвертой главе диссертационной работы технико-экономической оценке, внедрение разработанной системы охлаждения дизеля тепловоза может принести значительный положительный экономический эффект.

Исследования можно расширить и на некоторые области химической промышленности, где используется анилин в качестве реагента. Расширить возможности использования, как в качестве теплоносителя, так и как реагент. Считаю, это может быть весьма перспективно!

Полученные научные результаты переданы к внедрению на ЧАО «НВЦ «ТРАНСМАШ» и ПАО «Лугансктепловоз», а также используются в учебном процессе кафедры «Локомотивы и локомотивное хозяйство» ФГБОУ ВПО РГУПС, что подтверждено соответствующими актами.

### **Замечания по диссертационной работе:**

1. В работе не представлена оценка адекватности математической модели, критерий Фишера присутствует только на этапе обработки первого эксперимента (стр. 92), а в дальнейшем математическая модель только уточняется результатами экспериментальных исследований.

2. Третий раздел имеет чрезмерно большой объем и слишком много подразделов, что мешает усвоению информации при прочтении. Следовало сократить этот раздел и объединить некоторые подпункты.

3. Не указано, какими именно поправочными коэффициентами уточнена математическая модель после обнаружения занижения результатов относительно экспериментальных данных (стр. 99).

4. Следовало более подробно и детально указать, где именно скрыт резерв повышения теплопередающей способности радиатора, и как именно повышение теплоотдачи внутри секции повышает интенсивность теплопередачи, если лимитирующим параметром при теплопередаче радиаторных секций является конечная теплоотдача воздуху. Здесь применение секций радиатора со стандартным оребрением не позволяет в полной мере реализовать преимущества данной схемы системы охлаждения с конденсацией пара внутри секции. Вывод: для предлагаемой системы существующее оребрение секций не оптимально. Необходимо параллельно исследовать вопросы повышения теплорассеивающей способности в воздухе, учитывая существующие ограничения габаритов подвижного состава.

5. Недостаточно исследована надёжность и работоспособность предложенной схемы. Как долго может работать анилин без окисления в режиме частых фазовых переходов и высокой температуры? Кроме этого, есть опасение, что с течением времени на внутренней поверхности труб начнут появляться отложения в виде плёнки окислов анилина. Потемнение анилина и его осмоление при нормальной температуре происходит за несколько месяцев, а при рабочих температурах процесса – может и за несколько недель. И это будет серьезной проблемой данного способа охлаждения дизеля.

6. В работе не рассмотрены проблемы горячего контура охлаждения дизеля. Здесь возможно применения аналогичных, может быть даже экзотических составов с высокотемпературными фазовыми переходами.

7. Расчет экономического эффекта проводился с учетом работы дизеля тепловоза с номинальной мощностью и без учета частичных нагрузок, таким образом, в данном расчете может присутствовать значительная погрешность.

### **Заключение**

Сделанные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертации.

Работа перспективная многофункциональная. Исследования происходят на стыке наук и я, как оппонент, одобряю это направление.

Материалы данной диссертационной работы в полной мере отражены в 5 патентах Украины на полезную модель, 1 патенте Украины на изобретение, 1 авторском праве на компьютерную программу и опубликованных 16 научных работах, из которых 3 в изданиях, рекомендованных ВАК России. Также основные положения диссертации прошли апробацию на 9 международных научных конференциях. Имеются акты внедрения.

Тексты диссертации и авторефера написаны доступным языком и оформлены в соответствии с требованиями ВАК. Автореферат корректно и в полной мере отображает содержание диссертации.

Диссертационная работа Склифуса Ярослава Константиновича является завершенной научно-квалификационной работой, содержащей решение актуальной задачи – сокращение расхода мощности на функционирование системы охлаждения дизеля тепловоза, что имеет большое значение для развития железнодорожного транспорта. Работа отвечает критериям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, и соответствует паспорту специальности 05.22.07 – «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация».

Считаю, что соискатель Склифус Ярослав Константинович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

### **Официальный оппонент**

Профессор кафедры «Электропоезда и локомотивы» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный университет путей сообщения», доктор технических наук (05.02.02 - Машиноведение, системы приводов и детали машин), доцент

Балабин  
Валентин  
Николаевич

Почтовый адрес: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет путей сообщения» (МГУПС (МИИТ), 127994, ГСП-4 Москва, ул. Образцова, 9, стр.9

Тел.: 8-495-684-23-47, E-mail: tu@miit.ru



Подпись руки гр. *Балабин ВН*  
Заверяю *Над 09.11.2015*  
Главный инженер *Виталий*