

УДК 536:614.82
ДИСКРЕТНАЯ МОДЕЛЬ ТЕРМОДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ ПОЖАРА
В МОТОРНОМ ОТСЕКЕ ТРАКТОРА «БЕЛАРУС» СЕРИИ 3022

А. С. МАКАРЕВИЧ

Научный руководитель С. Д. МАКАРЕВИЧ, канд. техн. наук, доц.
ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет»

На кафедре «Безопасность жизнедеятельности» Белорусско-Российского университета по договорам с Учреждением «Могилевское областное управление МЧС» и ОАО «Минский тракторный завод» проводятся работы по снижению пожарной опасности сельскохозяйственной техники методом исключения в работающих системах горючей среды и источников зажигания.

Трактора «Беларус-3022В/3022ДВ» и их модификации выполнены по колесной формуле 4x4 и предназначены для выполнения различных сельскохозяйственных работ с навесными, полунавесными и прицепными машинами и орудиями на транспорте, с погрузочно-разгрузочными средствами, уборочными комплексами, а также для привода стационарных сельскохозяйственных машин. Трактора «Беларус-3022В/3022ДВ» используются на пахоте на повышенных скоростях, глубоком рыхлении и культивации, предпосевной обработке почвы, посеве зерновых и других культур в составе широкозахватных и комбинированных агрегатов, выполнении пропашных работ в широких междурядьях, уборочных работах в составе высокопроизводительных уборочных комплексов по заготовке кормов, уборке зерновых культур, транспортных и погрузочных работах.

Исследования причин возгорания тракторов показали, что основное горение на первоначальном этапе происходило на участке ограниченном с одной стороны кабиной водителя, со второй – двигателем трактора. На данном участке располагаются следующие потенциально опасные узлы и агрегаты:

- система выпуска отработанных газов, представленная стальной выхлопной трубой, обернутой стекловолокном и стеклотканью (расположена с правой стороны по ходу движения);
- топливная система, представленная двумя резинотканевыми топливопроводами (топливопровод подачи топлива к двигателю с левой стороны, топливопровод обратной системы между кабиной и двигателем проходит с левой на правую сторону);
- электрическая система, обеспечивающая функционирование двигателя.

Задачи повышения пожарной безопасности при производстве и эксплуатации энергонасыщенных тракторов обуславливает необходимость прогнозирования возникновения возгораний узлов и агрегатов в моторном отсеке трактора. Однако разработка моделей, описывающих процесс раз-

вятия пожаров на тракторах, осложняется крайней недостаточностью объективных данных о таких пожарах, получение которых путем проведения значительного объема огневых экспериментов на натуральных объектах неприемлемо ввиду высокой стоимости последних. В то же время отсутствие подобных моделей является фактором, сдерживающим разработку эффективных мероприятий по повышению пожарной безопасности эксплуатации тракторов. В этих условиях основным путем получения соответствующих прогнозов развития возможных пожаров является использование моделей, разработанных на основе имеющейся совокупности экспериментальных данных и результатов теоретических исследований.

При разработке математических моделей пожаров на тракторах было использовано моделирование на основе усредненных параметров газовой среды в зоне пожара, а также модель внутреннего пожара. Этот метод дает возможность получить удовлетворительные, с практической точки зрения, данные о характеристиках пожаров, протекающих в замкнутых объемах при горении как распределенной, так и сосредоточенной пожарной нагрузки в условиях интенсивного перемешивания продуктов сгорания и поступающего из окружающей среды воздуха. При разработке математических моделей пожаров на тракторах были использованы также фрагменты известных математических моделей пожаров, процессов горения, газообмена и т.п., верифицированные экспериментами, условия проведения которых близки к условиям протекания реальных пожаров на тракторе.

Принимая во внимание состав и специфику находящихся на тракторе горючих веществ, особенности конструкции трактора и технологического процесса в период посева и уборки урожая, заготовлении грубых кормов можно выделить в качестве наиболее опасных по возможным негативным последствиям следующие виды пожаров:

- пожар на поверхностях трактора в местах скапливания солоmistых горючих материалов (половы, сбоины и т.п.), в том числе пропитанных горючими жидкостями при наличии их проливов и утечек;
- пожар в моторном отсеке, связанный с разрушением маслопроводов и изоляции электропроводки, быстрым распространением на весь трактор;
- пожар разлива горючей жидкости, образующегося при разрушении емкостей для их хранения или соответствующих магистралей.

Подробно рассмотрим один из вышеуказанных четырех видов пожаров – математическую модель пожара в моторном отсеке. Моторный отсек трактора «Беларус» серии 3022 представляет собой замкнутый объем ($V_{оп} = 1,0-1,5 \text{ м}^3$), ограниченный металлическими поверхностями с незначительной проемностью ($< 25 \%$), в котором размещены система электрооборудования и топливопровод трактора.

Горючий материал в виде солоmistой массы в количестве 2–3 кг может попадать на поверхности узлов и агрегатов под кожух моторного отсека на площади $S_{пн} = 0,5-0,7 \text{ м}^2$, т. е. удельная пожарная нагрузка составляет $q_{пн} = 4-4,5 \text{ кг/м}^2$. Это обуславливает быстрое, со скоростью

$V_0 = 1,5-4,0$ м/мин, распространение возникшего горения по всей пожарной нагрузке с последующим переходом пожара в объемный.

При построении математической модели пожара в моторном отсеке были приняты следующие допущения:

- происходит полное сгорание пожарной нагрузки, находящейся в моторном отсеке;
- теплота сгорания солоmistых горючих материалов равна теплоте сгорания стандартной древесины;
- температура газовой среды в моторном отсеке в процессе развития пожара распределена равномерно;
- для всей внутренней поверхности моторного отсека может быть использовано единое значение коэффициента поверхностной теплоотдачи от газовой среды.

Пожар в моторном отсеке проходит в своем развитии, как и любой другой пожар, три стадии:

- начальную стадию, продолжающуюся вплоть до полного охвата моторного отсека пламенем;
- стадию полностью развитого пожара, когда пламя охватывает весь объем моторного отсека, при этом скорость сгорания, тепловыделение и температура газового объема максимальны;
- стадию затухания.

В результате проведенных расчетов установлена величина расхождения между выбранной величиной и величиной, найденной расчётом, которая составляет 1,5 %.

По результатам работы получена дискретная модель и оценка среднеобъемной температуры в замкнутом пространстве моторного отсека трактора «Беларус» серии 3022.

На основании проведенных расчетов установлено, что при ограничении доступа воздуха в пространство моторного отсека трактора развитие пожара станет невозможным, что возможно использовать при проектировании энергонасыщенных тракторов для исключения возникновения пожаров.

