

УДК 630*432

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ОГНЕТУШАЩИЕ ХИМИЧЕСКИЕ СОСТАВЫ ДЛЯ БОРЬБЫ С ЛЕСНЫМИ И ТОРФЯНЫМИ ПОЖАРАМИ НА РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ЗЕМЛЯХ

Усень В.В.

Институт леса Национальной академии наук Беларуси, г. Гомель

Богданова В.В.

НИИ физико-химических проблем БГУ, г. Минск

Тищенко В.Г., Ласута Г.Ф.

Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, г. Минск

В результате аварии на Чернобыльской АЭС наиболее пострадавшими оказались территории трех государств: Беларуси, Украины и России. В наибольшей степени эта крупнейшая экологическая катастрофа проявилась в Республике Беларусь, в результате которой более 20% территории страны подверглись радиоактивному загрязнению [1].

Катастрофа на ЧАЭС привела к радиоактивному загрязнению свыше 1 Ки/км² по ¹³⁷Cs почти четверти лесного фонда Беларуси – более 1,7 млн. га, в который не входит лесная территория Полесского государственного радиационно-экологического заповедника площадью более 80 тыс. га. Лесные массивы с плотностью загрязнения почвы ¹³⁷Cs 1-15 Ки/км² занимают площадь 1726,6 тыс. га, 15-40 – 174,9 тыс. га и свыше 40 – 28,0 тыс. га [2]. На Украине площадь загрязненной лесной территории составляет более 1,2 млн. га [3], в России – около 1 млн. га [4].

Наиболее загрязненными (около 70%) оказались леса Белорусского Полесья, специфика почвенного покрова которого способствует формированию более напряженного радиационного режима в лесных экосистемах и вызывает необходимость отнесения этой территории к отдельной категории лесных земель – с наиболее высоким уровнем накопления радионуклидов в лесной продукции, что требует более строгих мер по охране их от пожаров. Лесные экосистемы, обладая огромной емкостью поглощения радионуклидов, вобрали в себя значительную часть ядерных выпадений 1986 года [5]. К настоящему времени в древостоях, произрастающих на автоморфных почвах, аккумуляровалось от 6 до 10% ¹³⁷Cs, в лесной подстилке – около 35%, остальная часть – в почве [1, 6].

На загрязненных радионуклидами территориях возникновение пожаров является особенно опасным в силу того, что они становятся причиной миграции радионуклидов и вторичного загрязнения прилегающих территорий [7, 8]. При этом наносится большой урон здоровью населения, животному и растительному миру не только данной зоны, но и других, более отдаленных районов.

Наиболее интенсивному загрязнению радионуклидами в Беларуси подверглись территории Могилевской и Гомельской областей. В лесном фонде этих областей преобладают хвойные молодняки и средневозрастные насаждения в сухих и свежих условиях местопроизрастания, а также имеются большие площади мелнированных торфяников и насаждений сосны на осушенных землях, которые относятся к I-III классам природной пожарной опасности. В то же время, все загрязненные радионуклидами леса, независимо от плотности их загрязнения, по режиму охраны отнесены к I (очень высокому) классу природной пожарной опасности.

Из-за резкого ограничения и даже отсутствия в загрязненных радионуклидами лесных массивах различного вида рубок ухода, санитарных рубок и хозяйственной деятельности в лесах накапливается большое количество горючего материала, что значительно увеличивает степень их пожарной опасности.

Установлено (табл. 1), что на радиоактивно загрязненных землях (при плотности $> 15 \text{ Ки/км}^2$) из-за отсутствия в течение 10-12 лет после аварии на ЧАЭС в сосновых древостоях различного вида рубок ухода и санитарных рубок запасы горючих материалов наземной группы оказались более чем на 20% выше, чем в не загрязненных зонах, где проводятся необходимые лесохозяйственные мероприятия.

Таблица 1

Влияние типа леса и возраста сосновых насаждений на запасы горючих материалов наземной группы

Возраст, лет	Запасы горючих материалов в абсолютно сухом состоянии по типам леса, т/га					
	Загрязненные радионуклидами территории (при плотности $> 15 \text{ Ки/км}^2$)			Не загрязненные радионуклидами территории (при плотности $< 1 \text{ Ки/км}^2$)		
	с. мшистый	с. вересковый	с. лишайниковый	с. мшистый	с. вересковый	с. лишайниковый
5-10	8,0-9,3	12,0-15,1	-	7,4-8,4	9,2-14,0	-
11-30	19,3-28,7	22,4-35,7	15,8-17,4	16,1-26,8	21,0-30,1	13,4-15,6
31-40	26,4-30,7	29,6-36,8	16,0-18,8	22,1-28,4	27,2-30,4	13,7-15,9
41-60	24,8-29,6	28,4-32,5	10,4-13,6	22,2-27,0	26,5-28,4	9,3-10,7
61-80	23,2-29,2	-	-	21,7-26,0	-	-

Современный уровень охраны лесов от пожаров в республике далеко не в полной мере отвечает экологическим, экономическим и социальным требованиям и проводимый комплекс мероприятий по противопожарному устройству не позволяет в достаточной мере обеспечить охрану от пожаров лесных массивов. Только на территории ПГРЭЗ за последние 10 лет произошло более 200 лесных пожаров на общей площади свыше 4 тыс. га.

При ликвидации лесных и торфяных пожаров на загрязненных радионуклидами территориях необходимо более широкое применение эффективных способов и средств их ликвидации, среди которых важное значение должно быть уделено использованию высокоэффективных огнегасящих химических составов, обладающих как высокой сорбционной способностью к радионуклидам, так и свойствами локализовывать их в твердых продуктах сгорания. Стратегический план развития лесного хозяйства Беларуси в части усиления борьбы с лесными пожарами предусматривает «обеспечить службы лесов и, в первую очередь, на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению, оперативной связью, специальным транспортом, современными летательными аппаратами и эффективными техническими и химическими средствами тушения пожаров» [9].

В мировой практике при борьбе с лесными пожарами используются, в основном, многокомпонентные огнетушащие смеси (концентраты), в состав которых входят хорошо растворимые в воде антипирены. В качестве основы для таких химических составов применяют водорастворимые неорганические соли – карбонаты, гидрокарбонаты, сульфаты, жидкие силикатные стекла и др. Наиболее же перспективными антипиренами при создании многофункциональных химических составов, предназначенных для тушения наземных пожаров любого типа, являются различные соли на основе ортофосфорной и полифосфорной кислот. Существующие в настоящее время огнегасящие и огнезадерживающие химические вещества (огнегасящие порошки – ПСБ-3, П-1А, Пирант А, П8; различные пенообразователи, поверхностно-активные вещества, огнегасящие эмульсии и др. – НП-1, ОП-7, ОП-10, ЭФ-1, ЭФ-2 (на основе хлоридов), бентонит, моноаммониевый фосфат, диаммониевый фосфат, альгинат натрия, четыреххлористый углерод и др., специальные огнетушащие составы для борьбы с лесными пожарами – ОС-5, ОС-1А, ОСБ-1, ФОС-Чек-202, ФОС-Чек-259, Файр-Трол-100 не нашли широкого применения в практике пожаротушения лесных и торфяных пожаров из-за их высокой стоимости, малой эффективности, относительно высокого удельного расхода на единицу площади горения, сложности в хранении и доставке на место пожара. Являясь активными на момент тушения пожаров, такие химические составы не пригодны для превентивной защиты от огня при прокладке профилактических длительных действующих заградительных огнегасящих полос, так как их водные растворы не образуют прочных покрытий на защищаемых лесных горючих материалах, что отрицательно сказывается на их атмосферостойчивости, которая составляет не более 2 суток. Следует также отметить, что в мировой практике нет опыта применения химических составов для борьбы с лесными и торфяными пожарами на загрязненных радионуклидами территориях. Для защиты лесных массивов зоны ЧАЭС от пожаров и выноса в процессе горения радионуклидов необходимо создание огнезащитных и огнетушащих составов комплексного действия, способных предотвращать развитие крупномасштабных пожаров и локализовывать радионуклиды в твердых продуктах сгорания.

Для предупреждения лесных пожаров путем прокладки профилактических длительнодействующих (до 45 суток) огнегасящих заградительных полос в местах наиболее вероятного возникновения пожаров: зоны отселения и отчуждения ЧАЭС, системы коммуникаций (дороги, ЛЭП, нефте- и газопроводы), лесные массивы высокой природной пожарной опасности, а также заградительных полос непосредственно перед кромкой пожара, опорных полос для отжига при борьбе с низовыми пожарами сильной интенсивности, а также верховыми, окарауливания пожаров, а также для их непосредственного тушения разработан огнезащитный химический состав «Метафосил» (ОХС), выпуск которого осуществляется на Гомельском химическом заводе (ТУ РБ 05568284.004-96).

ОХС представляет собой пастообразную массу от белого до серого цвета, содержит аморфный фосфат алюминия и соединение алюминия и дополнительно – аморфный фосфат цинка и воду, для повышения стабильности при хранения дополнительно содержит 2,2-4,0% силиката натрия [10].

«Метафосил» имеет высокую огнезащитную и огнетушащую способность, блокирует фазу пламенного горения и тления лесных горючих материалов, а также обладает высокой сорбционной способностью к радионуклидам в процессе ликвидации лесных пожаров на загрязненных радионуклидами территориях.

Натурные (полигонные) испытания 10% водных рабочих растворов «Метафосила» показали, что созданные ими профилактические огнезащитные заградительные полосы при плотности вылива $1,0 \text{ л/м}^2$ напочвенного покрова, обладают устойчивой огнезадерживающей способностью в течение 40 суток в сосняке лишайниковом и 45 суток в сосняках мшистых и вересковых при суммарном количестве выпавших за это время осадков до 80 мм. Следовательно, ОХС «Метафосил» может быть использован при прокладке длительнодействующих огнегасящих заградительных полос для профилактики лесных пожаров, что очень важно при его применении на радиоактивно загрязненных территориях. Водные рабочие растворы «Метафосила» обладают высокой огнетушащей способностью ($0,30\text{--}0,57 \text{ кг/м}^2$ горящей поверхности лесных горючих материалов) при тушении лесных пожаров, предотвращают повторное воспламенение и тление горючего материала, что имеет важное значение для ликвидации лесных пожаров. В результате многолетних исследований также установлено, что наряду с высокими антипирлирующими свойствами «Метафосил» является экологически безопасным и служит минеральной подкормкой для роста лесных фитоценозов.

Для локализации и тушения торфяных пожаров создан новый огнетушащий химический состав «Тофасил», представляющий собой смесь нерастворимых алюмосиликофосфатов в истинном растворе аммонийных фосфатов. Натурные испытания огнетушащей эффективности 8% водных рабочих растворов огнетушащего химического состава проведены на двух модельных очагах горения торфяных пожаров.

Глубина прогорания торфа на первом модельном очаге пожара составляла 25-30 см, на границе торфяного пожара – 15-20 см. Торф низинного типа, средней и высокой степеней разложения (20-45%). Относительная влажность торфа в очаге горения на глубине 0-10 см – 16,4%; 11-20 см – 24,5%; 21-30 см – 39,7% и 31-40 см – 60,8%.

Глубина прогорания торфа на втором модельном очаге пожара – 12-15 см, на границе горения очага торфяного пожара – 8-10 см. Торф переходного типа средней степени разложения (20%). Относительная влажность торфа в очаге горения на глубине 0-10 см составляла 7,3%; 11-20 см – 14,7%; 21-30 см – 32,1%.

Рабочие растворы огнетушащих веществ – вода, 0,3% водный рабочий раствор пенообразователя (ПО-ЗАИ «Прогресс»), 8% водный рабочий раствор «Тофасила» на тушение модельных очагов торфяных пожаров подавались при помощи стволов ГПС-600 от пожарной автоцистерны АЦ-40 (130).

Результаты натурных испытаний огнетушащих свойств «Тофасила» показали (табл. 2), что его 8% водный рабочий раствор имеет высокую смачивающую способность торфа в очагах горения – относительная влажность торфа после тушения очагов горения торфяных пожаров существенно увеличилась и составила, соответственно, на модельных очагах пожаров № 1 и 2 на глубине: 0-10 см – 54,2 и 48,4%; 11-20 см – 61,3 и 59,2%; 21-30 см – 68,7 и 64,0%; 31-40 см – 73,9%.

Таблица 2

Результаты натурных испытаний «Тофасила»
при тушении торфяных пожаров

Количество подач рас- творов ОТВ, раз	Вре- мя по- да- чи, ми н.	Время поглощения ОТВ, мин./расход, л/м ²			Глубина смачивания торфа, см		
		рас- твора ОХС	воды со сма- чивате- лем	воды	рас- тво- ром ОХ С	водой со смачи- вате- лем	во- дой
Модельный очаг пожара № 1							
1	2,0	3,0/32	-	1,5/32	2-2,5	-	0,5
2	1,0	3,0/18	-	2,0/18	5-7	-	0,7
3	1,0	2,6/16	-	6,0/16	15-20	-	1-1,5
4	1,0	3,1/14	-	7,1/14	30	-	2-3
Модельный очаг пожара № 2							
1	1,0	1,2/13,5	2,5/13,5	3,0/13,5	2-3	до 1,0	до 0,5
2	1,0	1,5/13,5	3,0/13,5	3,5/13,5	7-9	1,0-1,5	до 0,5
3	1,0	4,0/13,5	6,0/13,5	6,0/13,5	12-15	1,5-2,0	0,5- 1,5

Водный рабочий раствор «Тофасила» имеет также эффективное огнегасящее действие, предотвращает горение и тление торфа. В течение суток после тушения модельных очагов пожаров водным рабочим раствором огнетушащего химического состава повторного возгорания и тления торфа не наблюдалось. Показатель огнетушащей способности водного рабочего раствора «Тофасила» составил 40-80 кг/м² горячей поверхности торфа. При тушении торфяных очагов горения 0,3% водным рабочим раствором пенообразователя и водой процесс горения и тления торфа продолжался, очаги горения не были ликвидированы. Смачивающая способность воды со смачивателем и воды оказалась в 7,5-10,0 раз ниже по сравнению с водным рабочим раствором химического состава.

Процесс тушения торфа в очаге горения обеспечивается следующими факторами: хорошей смачивающей способностью рабочим раствором «Тофасила» горящего торфа глубиной до 30 см, снижением выхода горючих газообразных продуктов, созданием поверхностного покрытия, предотвращающего доступ кислорода к горячей торфяной массе. Эффективность водных рабочих растворов огнетушащего состава обусловлена не только смачиванием и пропиткой горящего торфа растворами антипиренов, но и высокой способностью мелкодисперсных частиц твердой компоненты химического состава образовывать на торфе изолирующее покрытие, затрудняющее процесс горения.

Водные рабочие растворы «Метафосила» и «Тофасила» не обладают коррозионной активностью, поэтому при борьбе с пожарами с их использованием можно применять имеющуюся стандартную пожарную технику и оборудование. Огнетушащие химические составы относятся к IV классу опасности и классифицируются как малоопасные вещества, не обладающие кожно-раздражающим, кожно-резорбтивным и явно выраженным аллергенным действием.

Применение на загрязненных радионуклидами землях перспективных технологий предупреждения и ликвидации лесных и торфяных пожаров на основе высокоэффективных, экологически безопасных химических составов приведет к значительному сокращению поврежденных пожарами площадей торфяников и лесных биогеоценозов, позволит сохранить их природоохранные и средообразующие функции, а также уменьшить выход радионуклидов в газовую фазу в процессе пожаров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ипатьев В.А., Багинский В.Ф., Булавик И.М. и др. Лес. Человек. Чернобыль. Лесные экосистемы после аварии на Чернобыльской АЭС: состояние, прогноз, реакция населения, пути реабилитации. – Гомель, 1999. – 452 с.
2. Пояснительная записка к материалам единовременного государственного учета лесов Республики Беларусь по состоянию на 1 января 2001 года. – Минск, 2002. – 34 с.

3. Краснов В.П. Радиоэкологія лісів Полісся України. – Житомир, 1998. – 112 с.
4. Мухамедшин К.Д., Чилимов А.И., Мишуков Н.П. и др. Лесное хозяйство в условиях радиации. – М., 1995. – 53 с.
5. Ипатьев В.А. Лес и человек в условиях глобального радиоактивного загрязнения. – Гомель: ИЛ НАН Беларуси. – 2002. – 38 с.
6. Булавик И.М., Переволоцкий А.Н. Состояние и проблемы «радиоактивных» лесов Беларуси. Ведение лесного хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения в лесах Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь // Лес, человек, Чернобыль: Научн. труды международного семинара по современным проблемам лесной радиоэкологии. – Гомель, 2000. – С. 11-25.
7. Душа-Гудым С.И. Радиоактивные лесные пожары (справочное пособие). – М.: ВНИИХлесхоз, 1999. – 158 с.
8. Молодых В.Г. Радиоэкологические последствия лесных пожаров. – Минск, 1993. – 17 с.
9. Стратегический план развития лесного хозяйства Беларуси. – Минск: Минлесхоз, 1997. – 178 с.
10. Пат. Республики Беларусь № 2149 (Состав для профилактики, локализации лесных пожаров и/или борьбы с ними), 1997. А 62 Д 1/00, С 09 К 21/02.



УДК 630.432

ПОВЫШЕНИЕ ПОЖАРОУСТОЙЧИВОСТИ ЛЕСОВ НА РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ЗЕМЛЯХ

Фуряев В.В.

Институт леса им. В.Н.Сукачева СО РАН, Россия, г. Красноярск

Лесные экосистемы обладают способностью аккумулировать и удерживать радионуклиды, препятствуя их миграции и выносу на сопредельные территории. Однако экстенсивное ведение лесного хозяйства на загрязненных землях в зоне аварии на Чернобыльской АЭС в первое десятилетие не способствовало выполнению лесами защитно-экологической роли. Более того, здесь практиковался по существу заповедный режим, который стимулировал многие негативные явления, одним из последствий которых стало увеличение захламленности лесов вследствие естественного отпада деревьев и запасов лесных горючих материалов. В результате резко