

ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЛЕСНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ РАЗЛИВОВ НЕФТЕПРОДУКТОВ, СВЯЗАННЫХ С ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫМИ РАБОТАМИ

The results of experimental researches of influence of motor oil and Diesel oil on the sylvan inferior stages are submitted.

В современном лесном хозяйстве широко используются гидрофицированные машины различного назначения. Применение в гидроприводах в качестве рабочих жидкостей минеральных масел сопровождается их потерями в процессе эксплуатации и приводит к загрязнению почвы, грунтовых и поверхностных вод.

При заправке и проведении технического обслуживания, аварийных обрывах различных масло- и топливопроводов на лесосеке, на лесопогрузочных пунктах, при нарушении герметичности топливной и гидравлических систем в результате аварийных ситуаций, связанных с опрокидыванием лесотранспортных и лесопогрузочных машин, при дорожно-транспортных происшествиях во время перебазирования машин в окружающую среду поступают нефтепродукты.

Годовые потери масла при эксплуатации техники значительны. Например, при эксплуатации автомобиля-самосвала МАЗ годовые потери масла превышают 100 л [1]. Разовая утечка может составлять несколько десятков литров на несколько квадратных метров поверхности земли [2]. Высокая интенсивность потерь гидравлических жидкостей, широкое применение гидрофицированной техники в лесном хозяйстве а также специфические особенности минеральных масел (замедленность процессов естественного окисления, токсичность воздействия) определяют остроту экологических аспектов, связанных с эксплуатацией гидрофицированной техники в условиях лесной среды.

Потери масла могут быть интенсивными (выброс) и малой интенсивности (утечки). Выброс происходит при существенных повреждениях гидролиний, образовании отверстий большого проходного сечения. Утечки характерны для негерметичных соединений гидролиний, повреждений с образованием отверстий малых проходных сечений. Загрязнение почвы нефтепродуктами при работе техники происходит главным образом в аварийных ситуациях.

На гидропривод технологического оборудования лесных машин приходится 33–53,8% отказов от числа отказов по машине. На механические повреждения гидропривода приходится 36–45% от общего числа, а нарушение функционирования резинотехнических изделий составляет 48–50% [3]. Главная причина потерь рабочей жидкости – разрушение маслопроводов гидросистем, в первую очередь наиболее

нагруженных рукавов высокого давления. Выход из строя рукавов высокого давления приводит к большим потерям рабочей жидкости (до 500 л), наносит значительный ущерб состоянию лесных экосистем, что подтверждается проведенными экспериментальными исследованиями.

С целью изучения влияния разливов горюче-смазочных материалов на лесные почвы и нижние ярусы лесной растительности в Негорельском лесничестве Негорельского учебно-опытного лесхоза было отобрано 3 типа насаждений: сосняки чернично-мшистый и черничный и ельник мшисто-черничный.

В каждом из насаждений было заложено 8 экспериментальных площадок размером 2×2 м. Моторным маслом было обработано 7 площадок: две – в сосняке чернично-мшистом (слой 3 мм); две – в сосняке черничном (первая – 3 мм; вторая – 2 мм); три – в ельнике мшисто-черничном (3 мм); дизельным топливом обработаны 2 площадки в ельнике мшисто-черничном (3 мм); остальные площадки – контрольные. Обработка нефтепродуктами проводилась в июле – августе 2002 года.

Обследования, проведенные через месяц и два месяца после обработки нефтепродуктами, показали, что горюче-смазочные материалы, попадающие в лесные экосистемы, оказывают существенное влияние на состояние и видовой состав нижних ярусов лесной растительности. Так, искусственный полив экспериментальных площадок моторным маслом слоем 3 мм привел к полному уничтожению мохообразных. Из исследованных видов травяно-кустарничкового яруса наиболее чувствительными к такого рода воздействию оказались кислица обыкновенная, майник двулистный, ястребинка зонтичная, полевика гигантская, ожика волосистая, молиния голубая, щитовник игольчатый.

Весьма негативное влияние полив нефтепродуктами оказал и на всходы ели обыкновенной, которые в конечном итоге погибли. Менее радикально, однако также неблагоприятно он отразился на состоянии и развитии черники обыкновенной, брусники обыкновенной, вереска обыкновенного, марьянника лугового, овсяницы овечьей, а также более старших и высоких экземпляров подроста и подлеска: ели обыкновенной, осины, крушины ломкой, рябины обыкновенной.

Характерным для растений обработанных нефтепродуктами площадок являются: масля-

нистые пятна на их поверхности, почерневшие стволики и листья растений. Следует отметить, что у 10–30% особей черники обыкновенной через 2 месяца после полива наблюдался активный рост новых побегов.

Уменьшение на 1/3 объема моторного масла, внесенного в исследуемые экосистемы, привело к снижению эффекта его негативного воздействия на виды травяно-кустарничкового яруса. В то же время это практически не отразилось в положительном плане на мохообразных, что, возможно, связано с особенностями их водно-минерального питания.

Менее значимым оказался искусственный полив площадок дизельным топливом слоем 3 мм. Такого рода воздействие вызвало гибель 25% всходов ели обыкновенной, при этом у 58% оставшихся экземпляров наблюдались визуальные признаки повреждения. В то же время дизельное топливо, в отличие от моторного масла, не привело к быстрой гибели мохового яруса, а лишь к значительному (до 90%) повреждению видов мохообразных. У них отмечено изменение окраски на бледно-серо-желтые тона с характерным маслянистым налетом на их поверхности. Поврежденными (хотя и в меньшей степени, чем в эксперименте с моторным маслом) оказались также виды травяно-кустарничкового яруса (ожика волосистая, осока заячья, черника обыкновенная) и подлеска (крушина ломкая).

При следующем обследовании (через год после обработки) было выявлено, что полив дизельным топливом более негативно (по сравнению с моторным маслом) сказался на состоянии видов подроста и, особенно, подлеска.

Функция фотосинтеза у растений самая чувствительная к любым воздействиям [4]. Фотосинтез является результатом сложного взаимодействия различных пигментных систем, в которые в качестве важнейшего элемента входят молекулы хлорофилла. Содержание хлорофилла *a*, *b* и каротиноидов является важным показателем ранней диагностики повреждения растений [5].

Влияние загрязнения почвы нефтепродуктами на содержание фотосинтетических пигментов изучено на примере листьев крушины ломкой. Концентрация пигментов хлоропластов определена в листьях растений, отобранных с площадок, обработанных моторным маслом, дизельным топливом (через 2 месяца после обработки) и с контрольных площадок.

Содержание хлорофилла *a* в листьях, отобранных с площадки, обработанной моторным маслом, составляет 53,7% по сравнению с контролем, хлорофилла *b* – 39,4%, каротиноидов – 59,9%. Содержание хлорофилла *a* в листьях, отобранных с площадки, обработанной дизель-

ным топливом, составляет 72,5% по сравнению с контролем, хлорофилла *b* – 71,9%, каротиноидов – 70,7%.

Снижение содержания хлорофиллов и нарушение антиоксидантного статуса клеток вследствие деградации каротиноидных пигментов свидетельствует о существенном нарушении метаболизма под влиянием загрязнения лесной почвы нефтепродуктами. Нарушения более значительны после обработки почвы моторным маслом.

По результатам обследования, проведенного в 2004 г., характерным для площадок, обработанных моторным маслом слоем в 3 мм в сосняке мшисто-черничном, является наличие мертвых стеблей черники (под опадом 2003–2004 гг. находится промасленная подстилка). Отмечается начало восстановления мха, появились одиночные всходы ели.

В сосняке черничном на площадке, обработанной моторным маслом слоем 3 мм, отмечается увеличение проективного покрытия черники и брусники; а на площадке, обработанной моторным маслом слоем 2 мм, кроме увеличения проективного покрытия черники и брусники, начался процесс восстановления мха. Таким образом, глубина влияния нефтепродуктов на лесные экосистемы напрямую зависит от их количества на единице площади.

В ельнике мшисто-черничном на площадках, обработанных моторным маслом слоем 3 мм, у подлеска наблюдается преждевременное старение листьев, приводящее к повышенной дефолиации (изреживанию листьев). Отмечается увеличение проективного покрытия крушины и черники, имеет место процесс восстановления мха. Зафиксировано заселение площадок единичными экземплярами пикульника двунадрезного, который является сорно-лесным видом, произрастающим на нарушенных местообитаниях.

На площадках, обработанных дизельным топливом слоем в 3 мм, выраженных тенденций в изменении растительного покрова по сравнению с 2003 г. не было выявлено. Таким образом, через 2 года после обработки модельных площадок нефтепродуктами наблюдалось начало процесса восстановления мохового яруса, увеличилось проективное покрытие черники, брусники, крушины.

По результатам обследования, проведенного в 2005 г., на площадках, обработанных моторным маслом слоем в 3 мм в сосняке мшисто-черничном, установлено наличие мертвых стеблей черники; под опадом 2004–2005 гг. находится подстилка черного цвета с запахом масла. Продолжается процесс восстановления мха, увеличилось проективное покрытие черники.

В сосняке черничном на площадке, обработанной моторным маслом слоем 3 мм, отмечает-

ся увеличение проективного покрытия черники и мхов, однако значительная часть растений порежжена. Подстилка черного цвета с запахом масла. Последствия более выражены, чем в сосняке мшисто-черничном. На площадке, обработанной моторным маслом слоем 2 мм, растительный покров в значительной степени восстановился, хотя на некоторых участках видна подстилка черного цвета.

В ельнике мшисто-черничном на площадках, обработанных моторным маслом слоем 3 мм, у подлеска наблюдается преждевременное старение листьев. Проективное покрытие мхов несколько увеличилось по сравнению с 2004 г. Негативные последствия обработки моторным маслом выражены в большей степени, чем в других обследованных насаждениях.

На площадках, обработанных дизельным топливом слоем в 3 мм, по сравнению с 2004 г. несколько увеличилось проективное покрытие мхов.

Таким образом, через 3 года после обработки модельных площадок нефтепродуктами продолжается процесс восстановления растительности. Практически восстановился живой напочвенный покров на площадке, обработанной моторным маслом слоем 2 мм.

Последнее обследование выявило значительные различия в восстановительных процессах для различных типов насаждений: наибольшая скорость восстановления растительного покрова наблюдается в сосняке чернично-мшисто-черничном, наименьшая – в ельнике мшисто-черничном. Таким образом, на более богатых и увлажненных почвах демулационные процессы протекают хуже, что, вероятно, связано с лучшей сорбционной способностью этих почв и меньшей скоростью вымывания нефтепродуктов.

Через 2 месяца и через год после обработки нефтепродуктами были отобраны пробы почвы на загрязненных и контрольных площадках. Отбор проб осуществлялся с глубин 0–5, 5–10 и 10–20 см. В пробах определяли содержание подвижных форм фосфора, содержание гумуса, значение рН и активность дегидрогеназ.

В 2005 г. отобраны пробы почвы с глубины 0–5 см, определена активность дегидрогеназ.

Из результатов исследований можно сделать вывод, что степень кислотности (рН водной суспензии) почвенного профиля отличается несущественно от рН в фоновых условиях.

Содержание подвижных форм фосфора в пробах почвы, отобранных через год после внесения нефтепродуктов, с загрязненных участков несколько увеличилось по сравнению с

контролем, особенно в верхнем (0–5 см) горизонте. Но в целом разница незначительна.

При сравнении содержания гумуса в почвах, отобранных через 2 месяца и через год после обработки нефтепродуктами, можно отметить, что во всех контрольных площадках содержание гумуса увеличилось, а в почвах загрязненных площадок произошло некоторое снижение содержания гумуса. Через 2 месяца после обработки содержание гумуса в почвах загрязненных и контрольных площадок различалось незначительно, а через год почвы контрольных площадок содержали больше гумуса для всех горизонтов. Это свидетельствует о значительных изменениях в почвообразовательных процессах под воздействием нефтепродуктов.

Значительно под влиянием нефтепродуктов снизилась активность дегидрогеназ в пробах почвы, отобранных через год после обработки нефтепродуктами, что свидетельствует об угнетении почвенной микрофлоры. Однако в пробах почвы, отобранных через 3 года после обработки нефтепродуктами, однозначных тенденций не выявлено: в почвах интенсивно идут процессы самоочищения, что вызвало увеличение активности дегидрогеназ некоторых обработанных площадок по сравнению с контрольными.

При проектировании и сертификации лесозаготовительной техники, совершенствовании технологий лесозаготовительных работ необходимо учитывать воздействие от утечек нефтепродуктов на окружающую среду, предусматривать технические решения по предотвращению (снижению вероятности) разливов нефтепродуктов и уменьшению их масштаба.

Литература

1. Ксенев И. П., Воскобойников И. В., Флер Д. Е. Экологическая безопасность гидроприводов мобильных машин, используемых в городских условиях // *Экология и промышленность России*. – 1997. – № 8. – С. 18–21.
2. Климов О. Г. Влияние выбросов лесохозяйственных тракторов на состояние экологии // *Лесное хозяйство*. – 2003. – № 1. – С. 46–47.
3. Павлов А. И. Определение вероятности отказов элементов гидропривода лесосечных машин // *Лесной вестник*. – 2004. – № 5. – С. 27–28.
4. Жидков А. Н. Нормирование техногенного воздействия на леса // *Лесное хозяйство*. – 2000. – № 1. – С. 37–39.
5. Сергейчик С. А., Сергейчик А. А., Сидорович А. А. Экологическая физиология хвойных пород Беларуси в техногенной среде. – Мн.: Беларуская навука, 1998. – 199 с.