

землях – соответственно 35,3; 29,2 и 35,5%; в естественных семенных насаждениях – 15,5; 50,0 и 34,5%, а в порослевых – соответственно 32,7; 32,5 и 34,8% от всех учтенных нами опухолей. То есть, распространение и развитие поперечного рака с образованием открытых опухолей в культурах на срубках и в естественных семенных насаждениях, не зависимо от условий местопроизрастания, примерно в 2 раза меньше, чем в аналогичных условиях в культурах на старопахотных землях и в порослевых насаждениях.

Если проанализировать общую плотность поселения поперечного рака на стволах дуба по лесокультурным площадям и по происхождению насаждений в пределах Украины, то в среднем на одном пораженном дереве образуется 1,72 опухоли. При этом открытые опухоли составляют 0,43 штуки, переходные – 0,64 и закрытые 0,63 штуки, то есть открытых опухолей примерно в три раза меньше, чем переходных и закрытых, вместе взятых.

Изучение распространения поперечного рака на стволах дуба ранней и поздней фенологических форм показало, что поздняя форма дуба обыкновенного поражается возбудителем поперечного рака в 2–4 раза меньше, чем ранняя форма. При этом с улучшением условий местопроизрастания повышастся стойкость дуба ранней формы к поперечному раку.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гойчук А.Ф. Патологія дібров. – Житомир: Полісся, 1998. – 95 с.
2. Гречкин В.П. Очерки по биологии вредителей леса. – М.: Моск. о-во испытателей природы, 1951. – 151 с.

УДК 634.377

А.Р. Гороновский, С.А. Голякевич  
(УО «БГТУ», Милск)

#### **Применение энергетического потенциала производительности при оценке эффективности работы лесозаготовительных машин**

**Введение.** В ходе обоснования параметров лесных машин часто встает вопрос о выборе критерия оценки эффективности использования машины в определенных природно-эксплуатационных условиях. Таким критерием с точки зрения энергозатратности рабочих операций и их технической производительности может служить энергетический потенциал производительности (ЭПП) предложенный в [1] Ю.В. Гинзбургом и А.И. Шведом для дорожно-строительных машин и примененный с учетом специфики работы лесных машин.

**Основная часть.** ЭПП может быть использован для оценки эффективности работы харвестера как на отдельных операциях, так и при их совмещении. В этом случае ЭПП представляет собой отношение доли времени затрачиваемого на совмещение операций от их суммарной продолжительности к мощности, затрачиваемой на совмещение.

В случае работы шарнирно-рычажного манипулятора с телескопической рукоятью наиболее энергозатратной операцией является протаскивание дерева через сучкорезные ножи, совмещенное с перемещением дерева в продольной и поперечной плоскостях. Указанное совмещение операций широко применяется для ускорения процессов подсортировки получаемых сортиментов и их более удобного расположения у волока, однако, требует от двигателя большей мощности на одновременный привод харвестерной головки и манипулятора. Рассмотрим отдельные операции, составляющие это совмещение, и проведем его оценку с помощью ЭПП.

Проведенные исследования показали, что первоочередное влияние на величину энергетических затрат оказывают параметры обрабатываемого дерева, в основном на операции протаскивания, однако при относительно небольших скоростях протаскивания (1–2 м/с) разница в необходимой мощности для деревьев с  $d_{1,3}$  от 12 до 28 см невелика и составляет 10–20 кВт. Дальнейший рост скорости протаскивания влечет за собой большие расхождения в мощности. Так, при скорости протаскивания, равной 5 м/с, мощность на привод харвестерной головки изменяется от 12 до 63 кВт, что существенно ввиду необходимости совмещения данной операции с перемещением дерева.

Следует отметить, что перемещение дерева от места валки к месту раскряжевки, как правило, выполняется параллельно поверхности земли [2]. При таком способе переноса предмета труда больше задействован по мощности гидроцилиндр стрелы (рис. 1), в то время как необходимая мощность на привод рукояти невелика.

Анализ показал, что при проведении наиболее энергозатратных операций следует по возможности исключать варианты работы с малыми углами установки стрелы, что снизит энергозатраты операции. В частности, при увеличении угла подъема стрелы от  $30^{\circ}$  до  $80^{\circ}$ , для манипулятора с заданными параметрами наблюдается снижение затрачиваемой на эту операцию мощности с 84,7 до 45 кВт при постоянной скорости выдвижения штока гидроцилиндра равной 0,05 м/с.

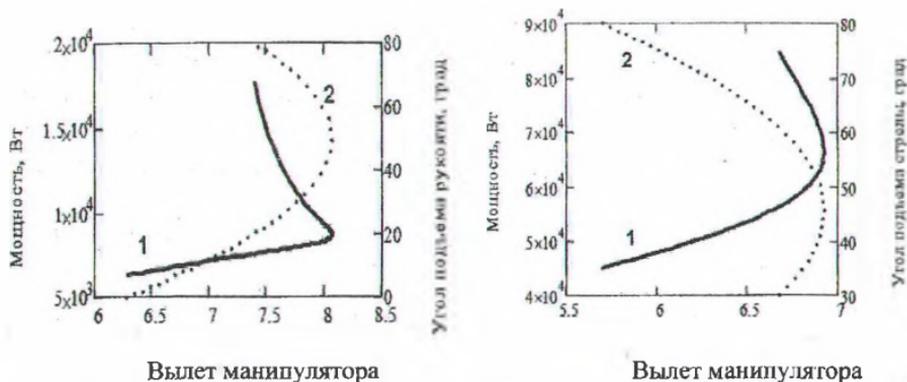


Рис. 1. Изменение мощности, затрачиваемой на привод гидроцилиндров стрелы и рукоятки

Уменьшение угла между стрелой и рукояткой приводит к увеличению момента сопротивления выдвиганию штока гидроцилиндра рукоятки. Угол, при котором момент сопротивления перестает компенсироваться силами тяжести рукоятки, харвестерной головки и дерева, зависит от многих факторов, однако существуют максимальные значения мощности на привод рукоятки, которые для рассматриваемого манипулятора составляют 13–17 кВт в зависимости от высоты, на которой производится подтаскивание.

Существует некоторая разница в оценке эффективности операций, осуществляемых манипуляторными машинами, при использовании критериев производительности и ЭПП. Максимальная производительность работы харвестера при указанном совмещении может быть достигнута при эксплуатации манипулятора в диапазоне от 5 до 7 м. Однако затраты мощность при равных скоростях работы в диапазонах до и после 6 м различны и принимают значения от 53 до 65 кВт. Следовательно, работа в диапазоне до 6 м более выгодна с точки зрения расходуемой энергии, на что и указывает максимум кривой ЭПП. Максимальные значения ЭПП соответствуют зоне наиболее рационального использования манипулятора. В зависимости от рассматриваемых операций, параметров технологического оборудования и предмета труда значения ЭПП могут изменяться в широких пределах, поэтому объективно при помощи данного критерия можно сравнивать работу манипуляторов и эффективность их привода только для равных природно-производственных условий.

Проведенная анализ параметров технологического оборудования и привода харвестеров отечественного (МЛХ-434 и Амкодор 2551) и зарубежного (Ponsse Ergo, Ponsse Beaver и John Deere 1170E) производства, при помощи критерия ЭПП позволила оценить эффектив-

ность их работы с совмещением операций в сосновых насаждениях с различным объемом ствола.

Установлено, что харвестер МЛХ-434 наиболее рационально использовать в древостоях со средним диаметром  $d_{1,3}$  до 32–34 см. При большем диаметре дерева и использовании совмещения операций происходит значительное падение производительности за счет необходимости снижения скорости перемещения манипулятора до 0,02 м/с и менее или работы на вылете манипулятора до 2,8 м на операции по подтаскиванию дерева к месту раскряжевки.

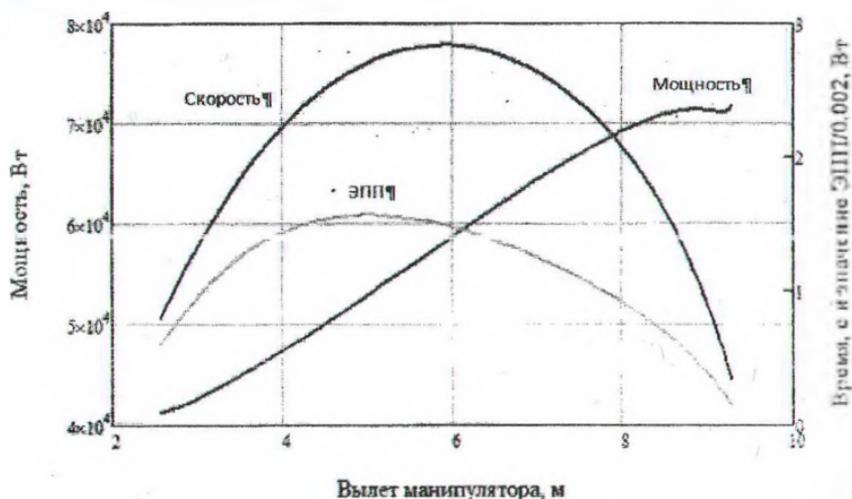


Рис. 2. Зависимости изменения мощности, затрачиваемой на совмещение операций, скорости его перемещения и значений ЭПП при различной величине вылета манипулятора

Необходимость снижения скорости работы манипулятора обуславливается невысокой мощностью установленного на данный харвестер двигателя (114кВт). Это в совокупности с параметрами привода не позволяет ему работать с данным объемом ствола со скоростью выдвижения гидроцилиндра стрелы более 0,03 м/с деревьями указанного диаметра. Эффективное использование харвестера John Deere 1170E возможно до  $d_{1,3}=40$ см, Ponsse Beaver до  $d_{1,3}=36$ см. Харвестер Амкодор 2551 эффективно применять в древостое с диаметром до  $d_{1,3}=34$ см и до  $d_{1,3}=36$ см с вылетом манипулятора до 4,7м. Установлено, что харвестер Ponsse Ergo не рационально использовать в древостоях с  $d_{1,3}<38-40$ см в виду значительного недоиспользования мощности двигателя равного 30–40 кВт.

**Заключение.** Проведенный анализ показал, что энергетический потенциал производительности позволяет комплексно оценивать ком-

поновочные параметры манипуляторов и технические параметры их привода. Для указанного манипулятора, при работе в сосновых насаждениях с  $d_{1,3}=40$  см диапазон эффективного его использования равен 3,7–6,4 м, что обуславливается максимумом ЭПП. При работе харвестера необходимо учитывать, что подъем дерева рукоятью выше горизонтального ее положения влечет за собой интенсивное (более чем в 2 раза при заданных условиях) увеличение расходуемой на привод мощности. Анализ показал необходимость учета в процессе проектирования харвестеров того, что мощность, затрачиваемая на привод технологического оборудования, на 20–30 %, а при использовании совмещения до 35% больше мощности затрачиваемой на передвижение харвестера.

Важно также отметить, что область использования энергетического потенциала производительности не ограничивается приведенными примерами. ЭПП может также служить оптимизационным критерием при выборе некоторых параметров технологии разработки лесосек. В частности, с его помощью возможно обосновать эффективную для работы конкретного харвестера ширину пасаки и последовательность ее разработки в зависимости от параметров древостоя.

Совместно с ЭПП форвардера могут быть обоснованы зоны наиболее рационального расположения мест раскряжевки деревьев у волака. Для системы машин «харвестер + форвардер» ЭПП позволяет взаимосвязано выбирать параметры их технологического оборудования и привода. Важно отметить, что вид выражения для определения ЭПП будет зависеть от конкретных условий его применения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гинзбург, Ю.В. Промышленные тракторы / Ю.В. Гинзбург, А.И. Швед, А.П. Парфенов – М.; Машиностроение, 1986. – 296 с.
2. Основы лесной технологии / Й. Ууситало – Йознсуу; Gummerus Kirjaino Oy, 2006. – 228 с.  
УДК 504.06.001.18(476)