

УДК 630*36:621.9

А. Р. Гороновский, канд. техн. наук, доцент (БГТУ);
С. А. Голякевич, магистрант (БГТУ)

ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ПРИВОДА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ХАРВЕСТЕРОВ

Работа посвящена методике выбора параметров привода технологического оборудования харвестеров на основе комплексного учета воздействующих факторов, различных эксплуатационных параметров манипуляторов и харвестерных головок, а также особенностей выполняемых операций. Построены зависимости между параметрами деревьев, давлением в гидросистеме харвестеров и расходом гидравлической жидкости ней.

Work is devoted a technique of a choice parameters of a drive the process equipment harvester on the basis of influencing factors taking into account operational parameters of manipulators and harvesters heads, and also various variants of combination operations. Questions of power expenses carried out harvester operations are considered. The analysis of the received results is made. The communication schedule between parameters of trees, pressure in hydrosystem of harvesters and the expense of a hydraulic liquid is constructed.

Введение. Выбор параметров привода технологического оборудования многооперационных лесозаготовительных машин связан с одновременным учетом большого количества внешних и внутренних воздействующих факторов. Большинство из этих факторов обусловлено природно-эксплуатационными показателями: породой и возрастом деревьев, их классом бонитета, которые изменяются в широких пределах.

Работа посвящена методике выбора параметров привода технологического оборудования харвестеров на основе комплексного учета воздействующих факторов, различных эксплуатационных параметров манипуляторов и харвестерных головок, а также особенностей выполняемых операций.

Основная часть. Для решения поставленной задачи в первую очередь необходимо выбрать параметры предмета труда. Согласно [1], в Республике Беларусь по состоянию на 2008 год доля сосновых лесов составляет 50,2% (75,4% от всех хвойных лесов), причем 28,9% из них – приспевающие, спелые и перестойные насаждения. Самым распространенным для таких насаждений является второй класс бонитета, для которого согласно [2, 3] определены таксационные параметры сосняков (таблица).

Наиболее продолжительной и энергозатратной технологической операцией при работе харвестера является протаскивание дерева в харвестерной головке. При расчетах она может рассматриваться как отдельная операция [3] и как совмещенная с перемещением дерева в продольной и поперечной плоскостях при помощи манипулятора. Разница в затратах мощности при рассмотрении указанной операции в отдельности и при совмещении составляет, для наиболее тяжелых условий работы, до 40 кВт и зависит от компоновочных параметров и кинематики работы манипулятора. Так, для шарнирно-рычажного манипулятора с телескопической

рукоятью на операциях подтаскивания справедлива следующая зависимость мощности, затрачиваемой на его привод, от величины вылета манипулятора при различных диаметрах дерева от 12 до 40 см.

Таксационные параметры деревьев

$d_{1,3}, \text{см}$	$H_{д}, \text{м}$	$V_{ств}, \text{м}^3$	$Q_{ств}, \text{кН}$	$d_{сучьев}, \text{м}$
12	14	0,08	0,65	0,01
16	18	0,17	1,3	0,015
20	21	0,3	2,46	0,02
24	23	0,47	3,85	0,025
28	25	0,67	5,49	0,03
32	26	0,91	7,46	0,035
36	27	1,18	9,68	0,04
40	27	1,48	12,1	0,045

Разница в мощности при подтаскивании дерева при вылете манипулятора до 5–6 м для деревьев с $d_{1,3} = 12$ и 40 см невелика и составляет 4–5 кВт. На максимальном же вылете (9,6 м) она значительно больше (до 13–15 кВт).

Скорости протаскивания деревьев в современных харвестерных головках варьируются в пределах от 3 до 5 м/с, в зависимости от диаметра обрабатываемого дерева.

Мощность гидромоторов привода протаскивающих вальцов вычислим по выражению

$$N = \frac{D_0^3 + (q + Q_a) \cdot \mu + F_0}{2 \cdot \eta} \cdot u,$$

где P_p^c – сопротивление срезанию сучьев в сучкорезной головке харвестера, Н; q – суммарное давление прижимных вальцов, Н; Q_d – вес дерева, Н; μ – коэффициент трения качения ствола в подающем механизме; $F_{ц}$ – сопротивление в цапфах вращающихся элементов подающего механизма, Н; η – КПД передачи от привода к механизму протаскивания; u – скорость протаскивания, м/с.

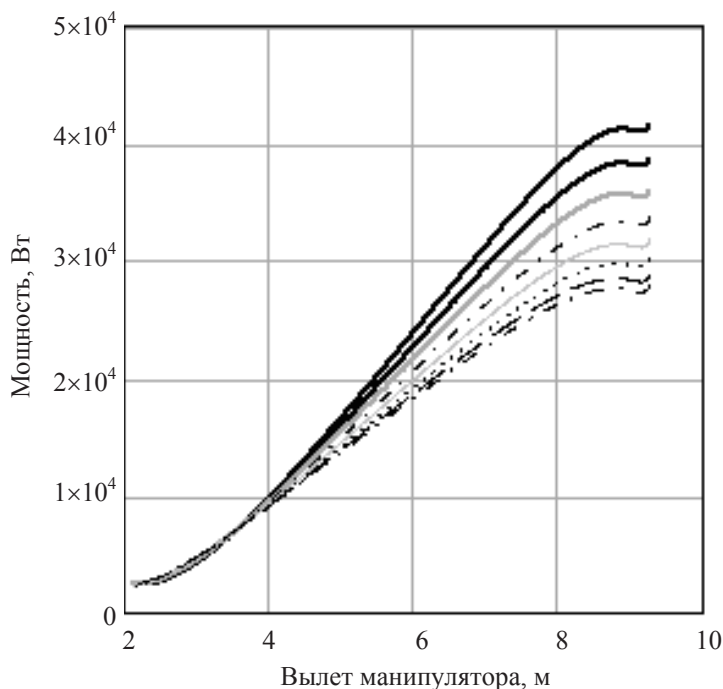


Рис. 1. Зависимость мощность привода манипулятора от его вылета при различных $d_{1,3}$

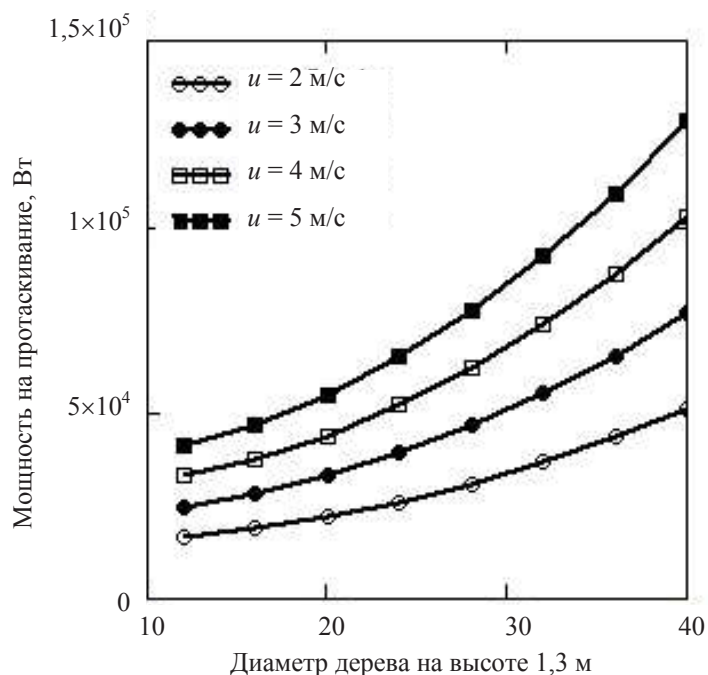


Рис. 2. Изменение требуемой мощности на протаскивание дерева от его диаметра при различных скоростях протаскивания

На основании приведенного выражения и расчета входящих в его состав переменных получены зависимости изменения затрачиваемой на обработку дерева мощности от его диаметра и скорости протаскивания.

Как видно из рис. 2, изменение требуемой мощности носит нелинейный характер (обусловливается квадратичной зависимостью P_p^c от диаметра срезаемых сучьев), а разница меж-

ду кривыми мощностей для различных скоростей протаскивания возрастает с увеличением диаметра обрабатываемого дерева.

С другой стороны, мощность, требуемую для привода протаскивающих валцов, можно выразить через мощность гидравлического потока. Рассчитывается она как произведение давления в гидросистеме и расхода гидравлической жидкости, вырабатываемой гидронасосом, отнесенных

к коэффициенту потерь в гидросистеме. Современные гидромоторы харвестеров, как правило, аксиально-поршневые, работают под давлением от 22 до 29 МПа. Зависимость мощности от расхода гидромотора представлена на рис. 3.

Отдельный либо совместный с манипулятором учет мощности привода протаскивающих валцов может быть обусловлен путем расчета энергетического потенциала производительности (ЭПП) [4]. В этом случае ЭПП представляет собой отношение доли времени, затрачиваемого на совмещение операций от их суммарной продолжительности, к мощности, затра-

чиваемой на совмещение. В сравнении с производительностью работ, как оценкой эффективности использования совмещения операций, ЭПП имеет ряд особенностей. Максимальная производительность работы харвестера достигается при эксплуатации манипулятора в диапазоне от 5 до 7 м. Однако затраты мощности при равных скоростях работы в диапазонах до и после 6 м различны и принимают значения от 65 до 82 кВт для деревьев с $d_{1,3} = 32$ см. Следовательно, работа в диапазоне до 6 м более выгодна с точки зрения расходуемой энергии, на что и указывает максимум кривой ЭПП (рис. 4).

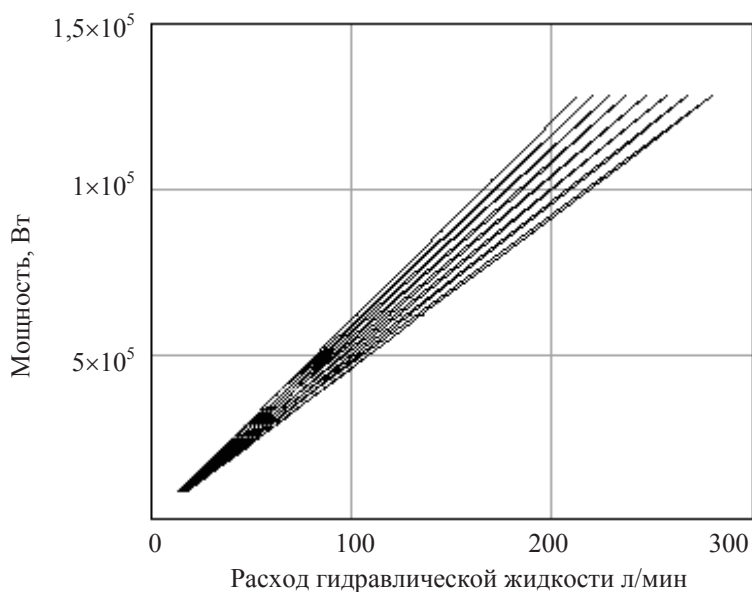


Рис. 3. Изменение мощности в гидромоторах протаскивающих валцов при различном рабочем давлении и расходе жидкости

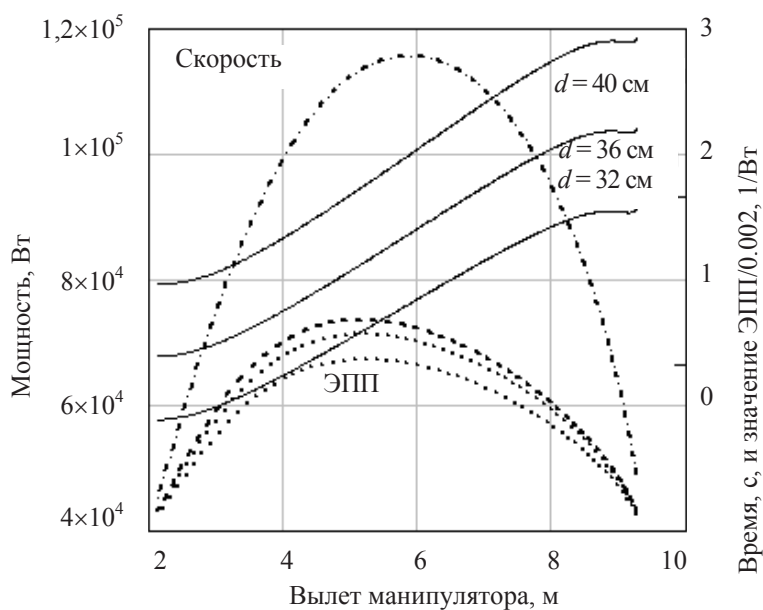


Рис. 4. Изменение значений ЭПП, мощности и скорости работы манипулятора

Максимальные значения ЭПП соответствуют зоне наиболее рационального использования манипулятора, поэтому при выборе параметров привода необходимо учитывать возможную зону применения совмещения операций. 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 харвестерных головок, а также эффективность их привода только для равнозначных природно-эксплуатационных условий.

В случае совмещения операций следует принять во внимание, что удельный расход гидронасоса должен быть больше на величину расхода гидравлической жидкости, необходимой для перемещения гидроцилиндров манипулятора. Существуют конструкции приводов, которые включают в себя два гидронасоса: первый для привода харвестерной головки, а второй для манипулятора и движителя. Примером харвестеров с таким приводом могут служить харвестеры Ponsse Ergo и Ponsse Bear. Расчет данного привода должен осуществляться отдельно для каждого потока.

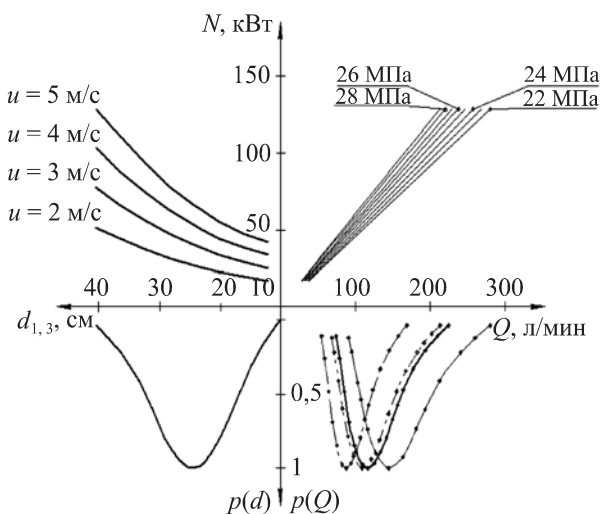


Рис. 5. Номограмма зависимости параметров привода технологического оборудования харвестеров от параметров обрабатываемых деревьев

Полученные результаты могут быть представлены посредством составления номограммы (рис. 5), которая устанавливает связь между параметрами деревьев эксплуатационными характеристиками машины и ее техническими параметрами. Для этого в третьем квадранте номограммы строится кривая закона распределения деревьев по диаметрам на $d_{1,3}$, которая указывает диапазон, который может эффективно обрабатываться харвестером.

Во втором квадранте строятся зависимости мощностей, необходимых для привода технологического оборудования на конкретной операции или на их совмещении, при различных скоростях работы. В первом – значения расходов жидкости в гидромоторах протаскивающих валцов при различном рабочем давлении и требуемой мощности.

Четвертый квадрант представляет собой распределение вероятностей использования того или иного расхода гидронасоса в лесах различного возраста, при различных скоростях протаскивания деревьев и давлениях в гидросистеме.

Заключение. В работе установлено, что с точки зрения снижения затратности и повышения производительности работ харвестера рационально использовать совмещение операций при вылете манипулятора от 4 до 6 м. Работа при совмещении операций на большем вылете приводит к снижению производительности работ и росту потребной мощности до 92–116 кВт для деревьев с $d_{1,3}$ от 32 до 40 см.

Установлена связь между параметрами обрабатываемых деревьев и привода технологического оборудования харвестера, а также получены параметры распределения расходов гидравлической жидкости при рабочих давлениях в системе от 22 до 29 МПа и различных скоростях протаскивания от 2 до 5 м/с. Установлено, что для обработки 75–80% деревьев с $d_{1,3}$ от 20 до 40 см, в зависимости от расчетной скорости протаскивания, харвестер использует 60–85% от максимальной производительности гидронасоса (от 120 до 180 $\text{дм}^3/\text{мин}$ при давлении в гидросистеме, равном 22 МПа). Большинство современных харвестеров оборудованы насосами, которые имеют большую производительность, однако харвестеры МЛХ-434, ТВМ 84 (Германия) и другие имеют недостаток мощности двигателя для ее обеспечения, что может привести к снижению скорости или невозможности работы в насаждениях с $d_{1,3}$ 35–40 см и более.

Литература

1. Крук, Н. К., Стратегия развития лесных ресурсов Беларуси в связи с оптимизацией породной и возрастной структуры лесов, рациональным лесопользованием и лесовосстановлением / Н. К. Крук, О. А. Атрощенко, А. И. Ковалевич // Труды БГТУ. Сер. I, Лесное хоз-во. – 2009. – Вып. XVII. – С. 3–6.
2. Мирошников, В. С., Справочник таксатора / В. С. Мирошников, О. А. Труль, В. Е. Ермаков. – Минск: Ураджай 1980. – 360 с.
3. Жуков А. В., Теория лесных машин. – Минск: БГТУ, 2001. – 640 с.
4. Гинзбург, Ю. В. Промышленные тракторы / Ю. В. Гинзбург, А. И. Швед, А. П. Парфенов. – М.: Машиностроение, 1986. – 296 с.

Поступила 01.04.2010