

УДК 630\*3

## Машины для эффективной и неистощительной заготовки леса

А.Н. Сухих<sup>а</sup>, С.М. Сыромаха<sup>б</sup>

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

<sup>а</sup>сухих2005@mail.ru, <sup>б</sup>syromakhacm@rambler.ru

Статья поступила 15.11.2012, принята 7.02.2013

*Лесопромышленное производство определяет требования к современной науке по созданию высокоэффективных и производительных лесозаготовительных машин. Применение предлагаемых лесозаготовительных машин позволит обеспечить устойчивость и неистощительность лесозаготовок, модели универсальны и предназначены для валки и трелевки леса. Использование сменного навесного оборудования позволит выполнять весь объем лесосечных работ с требуемой эффективностью, даст возможность совершенствования технологического процесса современного ЛПК. Использование универсальных машин с различным навесным оборудованием вместо системы машин, применяемых на лесозаготовках в настоящее время, решит проблему несовместимости по производительности при работе в составе лесозаготовительных комплексов, сократит стоимость основных фондов и затраты на техническое обслуживание. Поэтому предлагаемая автором интенсивная лесозаготовка с учетом комплексного инновационного подхода на базе универсальных машин позволит улучшить работу лесозаготовительных предприятий и лесопромышленного комплекса. Модели универсальных лесозаготовительных машин позволят на современном уровне решить насущные проблемы ЛПК.*

**Ключевые слова:** лесозаготовительные машины, лесопромышленное производство, оптимизация, устойчивость и неистощительность лесозаготовок.

## Machines for effective and sustainable timber harvesting

A.N. Sukhikh<sup>а</sup>, S.M. Syromakha<sup>б</sup>

Bratsk State University, 40, Makarenko str., Bratsk, Russia

<sup>а</sup>сухих2005@mail.ru, <sup>б</sup>syromakhacm@rambler.ru

Received 15.11.2012, accepted 7.02.2013

*Timber production sets requirements to modern science to develop highly efficient and productive harvesting machines. The employment of the proposed timber harvesting machines will allow providing the sustainability of timber harvesting. The listed models are universal and intended for felling and skidding. Employing removable equipment will allow carrying out the total amount of cutting area operations with demanded efficiency and will give the chance to improve the operating procedures at a modern Timber Industry Complex. Employing universal machines with various removable equipment instead of harvesting systems will solve the productivity incompatibility problem for machines operated at timber complexes, will reduce the fixed assets value and maintenance costs. Therefore, intensive forest exploitation proposed by the authors and taking into account the complex innovative approach based on employment of universal cars will make it possible to improve timber enterprises and timber industry complex operation. The models of universal harvesting machines allow solving vital tasks of Timber Industry Complex.*

**Key words:** timber harvesting machines, timber production, optimization, logging sustainability.

Переход к неистощительному лесопользованию, планомерному управлению лесами на основе научно обоснованного рационального многоцелевого лесопользования и необходимость повышения эффективности технологий лесозаготовок требуют модернизации конструкции лесозаготовительных машин [1]. Для достижения поставленной цели требуется, чтобы техника и технологии лесосечных работ удовлетворяли как экономическим интересам лесозаготовителей, так и требованиям скорейшего качественного лесовозобновления. Известны два пути преодоления противоречий между экологией леса, его возобновлением, с одной стороны и лесозаготовительной техникой и технологией с другой: это, во-первых, разработка технологий лесосечных работ, соответствующих используемым лесозаготовительным машинам, и в то же время предусматривающих наименьшие повреждения лесных эко-

систем; во-вторых, разработка новых лесозаготовительных машин, отвечающих требованиям лесозаготовительного производства и лесоводства, т. е. таких, которые не снижали бы продуктивность леса и его способность к возобновлению. Наиболее экономически эффективным признан первый путь, поскольку не представляется возможным создать серийный ряд машин для всех возможных природно-производственных условий.

Поэтому основным направлением совершенствования лесозаготовительных машин, повышения их эффективности может стать создание парка новых лесных машин, обеспечивающих освоение современных технологий лесозаготовок, на базе универсальных машин [2, 3]. В частности, авторами предложена валочно-трелевочная машина с трехопорной выравнивающейся платформой. Полезная модель относится к лесной про-

мышленности, предназначена для комплекса лесосечных работ и позволяет выполнять валку, трелевку леса на склонах, а при использовании сменного навесного оборудования – весь объем лесосечных работ. Технический результат заключается в возможности выравнивания трехопорной выравнивающейся платформы с опорно-поворотным устройством, ее вертикальной ориентации для смещения центра тяжести и возможности работы на склонах, а также возможности расширенного использования на универсальных шасси различных заводов. На рис. 1 представлена валочно-пакетирующая трелевочная машина с трехопорной выравнивающейся платформой [4].

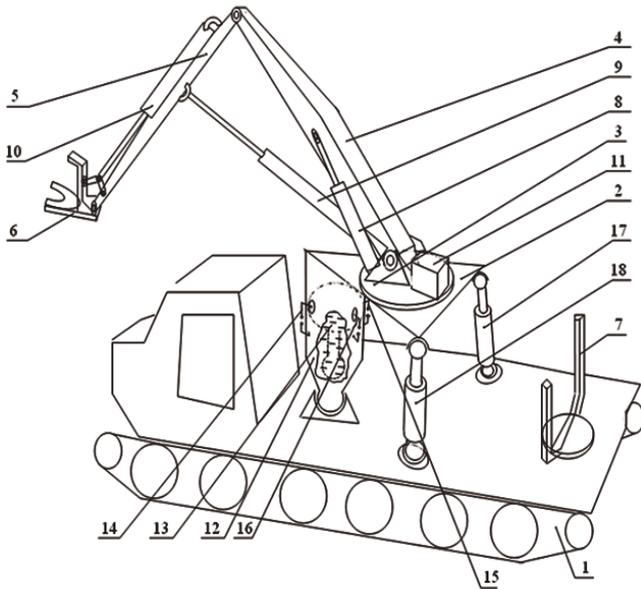


Рис. 1. Валочно-пакетирующая трелевочная машина с трехопорной выравнивающейся платформой.

Машина состоит из универсального шасси 1 Ши технологического оборудования, установленного на трехопорной выравнивающейся платформе с опорно-поворотным устройством 2, поворотной платформой 3, стрелы, рукояти 5 с захватно-срезающим устройством 6, коникового устройства 7, двух гидроцилиндров 8, установленных на стреле 4, одного гидроцилиндра 9 на рукояти, одного гидроцилиндра 10 на захватно-срезающем устройстве, противовеса 11. Трехопорная выравнивающаяся платформа с опорно-поворотным устройством 2 состоит из жесткой опоры 12 с шаровым пальцем внизу на конце, внутри которой находится поплавковый датчик уклона 13 с тремя контактами – передним 14, правым 15 и левым 16, имеющими возможность подавать сигнал к работе двум гидроцилиндрам 17 и 18.

Машина работает следующим образом: заходит на пашку задним ходом, в режиме валки-пакетирования стрела 4 и рукоять 5 находятся позади кабины, а рукоять 5 с захватно-срезающим устройством 6 наводится на деревья с использованием поворотной платформы 3, спиливает их и укладывает в кониковое устройство. Таким образом формируется пачка, после чего выпол-

няется фиксация рукояти 5 с захватно-срезающим устройством 6 впереди машины, и начинается работа в режиме трелевки к погрузочному пункту. Гидроцилиндры 8, 9, 10 обеспечивают работу соответственно стрелы, рукояти и захватно-срезающего устройства. Трехопорная выравнивающаяся платформа с опорно-поворотным устройством 2 и жесткой опорой 12 с шаровым пальцем на конце и поплавковым датчиком уклона 13 с тремя контактами, подающими сигнал к работе двум гидроцилиндрам 17, 18, обеспечивает свое выравнивание.

При наклоне машины назад и срабатывании контакта 14 выдвигаются одновременно штоки гидроцилиндров 17 и 18, при срабатывании контактов 14 и 15 выдвигается шток гидроцилиндра 18 (при срабатывании контакта 15 втягивается шток гидроцилиндра 17), если срабатывают контакты 15 и 16 – втягиваются одновременно штоки гидроцилиндров 17 и 18; срабатывает контакт 16 – втягивается шток гидроцилиндра 18, а если срабатывают контакты 16 и 14 – выдвигается шток гидроцилиндра 17. Тем самым обеспечивается вертикальная ориентация трехопорной выравнивающейся платформы с опорно-поворотным устройством 2 (при этом контакты 14, 15, 16 разомкнуты).

Полезная модель может применяться при выполнении сплошных и выборочных рубок, позволяет выполнять валку, пакетирование и трелевку на склонах, а при использовании сменного навесного оборудования на стреле может выполнять весь комплекс лесосечных и лесохозяйственных работ.

На рис. 2 и 3 представлен принцип работы трехопорной выравнивающейся платформы в поперечном и продольном направлениях.

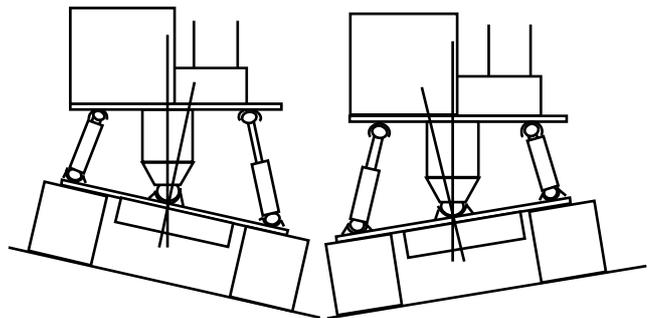


Рис. 2. Схема выравнивания в поперечном направлении (модель)

Внимание авторов было обращено на совершенствование уже разработанных узлов и агрегатов для специфических требований лесозаготовок, улучшающих технологию и условия эксплуатации машин.

Технический прогресс в лесозаготовительном производстве развивается по линии создания объединенных систем агрегатов, предназначенных для выполнения части или всего комплекса лесосечных операций. Существующие системы выравнивания сконструированы для работы в тяжелых условиях. Система выравнивания обеспечивает устойчивость при валке крупномерных стволов на склонах.

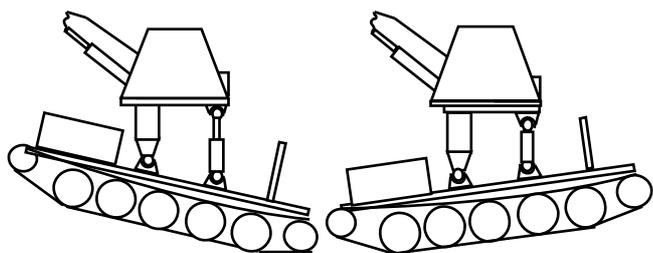


Рис. 3. Схема выравнивания в продольном направлении (модель)

Для таких же условий создана валочно-пакетирующая машина серии 900К фирмы John Deere. На пересеченной местности углы выравнивания для этой машины: вперед – 27°, назад – 10°, в сторону – 18°. Это оправданно на валочных или валочно-пакетирующих машинах, поскольку груженная транспортная техника способна преодолевать лишь допустимые поперечные уклоны малой величины. Предложенный авторами компенсатор устойчивости в виде трехопорной выравнивающейся платформы сглаживает сложности рельефа, создавая более комфортные условия для работы оператора валочной машины.

Трелевка вверх или вниз менее проблематична, потому что там нет больших ограничений на курсовую устойчивость. Погрузочные операции на поперечных уклонах недопустимы, это возможно лишь на ровной площадке или с продольным уклоном, поперечный уклон при такой операции критичен. На рис. 4 представлены наиболее значимые сравнительные параметры хлыстовых лесозаготовительных комплексов фирмы John Deere, отечественных образцов техники и предлагаемой универсальной машины.

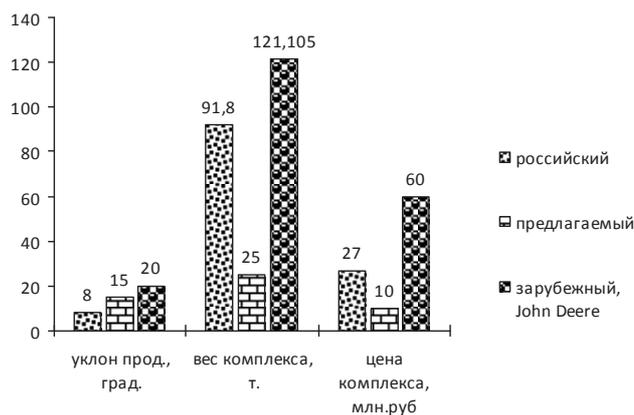


Рис. 4. Параметры лесозаготовительных машин

Сравнение представленных на рис. 4 параметров позволяет сделать выводы о том, что зарубежные лесозаготовительные комплексы фирмы John Deere для хлыстовой заготовки имеют в два раза большую стоимость, а их масса превышает российские аналоги на 30 процентов. Так как комплексы лесозаготовительных машин различаются по массе и стоимости, обладают разной производительностью, для более точного сравнения необходимо рассчитать удельные показатели, такие как стоимость единицы массы комплекса; масса комплекса, обеспечивающая заготовку одного кубометра за смену; вложенные средства в виде стоимости комплекса, обеспечивающие заготовку одного кубометра древесины при заготовке хлыстов. Сравнение по удельным показателям представлено на рис. 5.

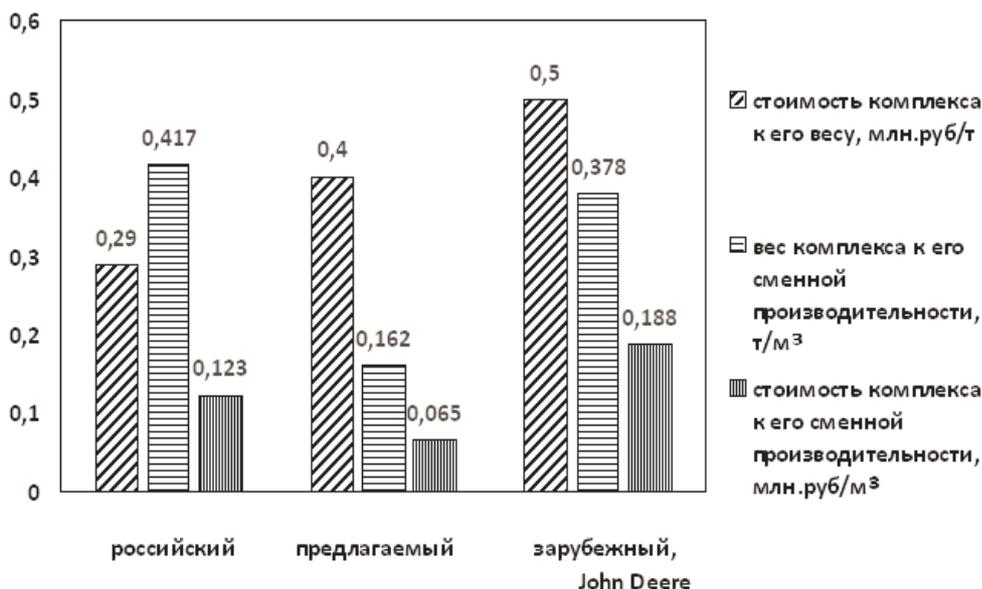


Рис. 5. Сравнение характеристик лесозаготовительных машин по удельным показателям.

Исходя из заданных параметров, рассчитываются нормативная часовая производительность для каждого режима и объем работ, проводится их оптимизация по предлагаемым формулам (1 – 3):

$$V_c = \frac{P}{n_n}, \quad (1)$$

$$V_g = t_g \frac{P_g}{n_{n.g.}}, \quad (2)$$

$$V_m = t_m \frac{P_m}{n_{н.м.}}, \quad (3)$$

где  $V_q$  – часовой объем заготовки,  $M^3$ ;  $V_g, V_m$  – соответственно объем валки и трелевки,  $M^3$ ;  $P$  – нормативная производительность (норма выработки) лесозаготовительных машин и оборудования,  $M^3$ ;  $P_g, P_m$  – нормативная производительность (норма выработки) лесозаготовительных машин и оборудования соответственно на валке и трелевке,  $M^3$ ;  $n_{н.г}, n_{н.м}$  – нормативное время, соответствующее норме выработки соответственно на валке и трелевке, *час.*;  $t_g, t_m$  – время режима валки и трелевки соответственно, которое необходимо установить для работы машин в течение смены или месяца, *час.* (формула (4)).

$$t_g \frac{P_g}{n_{н.г.}} = t_m \frac{P_m}{n_{н.м.}}, \quad (4)$$

учитывая, что

$$t_g + t_m = n_{п.е.}, \quad (5)$$

где  $n_{п.е.}$  – длительность работы в течение смены или месяца, *час.*

Определим оптимальный режим работы предлагаемых машин. Подставляя (4) в (5) и учитывая (6), получим оптимальный режим для валки, после чего может быть определен режим трелевки из формулы (5).

$$t_g + t_g \frac{P_g n_{н.м.}}{n_{н.г.} P_m} = n_{п.е.}, \quad (6)$$

проведя преобразования (6), получим (7), (8), (9):

$$t_g \left( 1 + \frac{P_g n_{н.м.}}{n_{н.г.} P_m} \right) = n_{п.е.}, \quad (7)$$

$$t_g = \frac{n_{п.е.} n_{н.г.} P_m}{1 + \frac{n_{н.м.} P_g}{n_{н.г.} P_m}}. \quad (8)$$

Оптимальный режим для валки может быть определен по формуле (9):

$$t_g = \frac{n_{п.е.} n_{н.г.} P_m}{n_{н.г.} P_m + P_g n_{н.м.}}, \quad (9)$$

после чего может быть определен режим трелевки из формулы (5).

Предлагаемая методика позволит установить оптимальный режим работы универсальных лесозаготовительных машин при выполнении всего комплекса работ на лесосеке. Исходя из заданных параметров, рассчитывается нормативная часовая производительность для каждого режима и проводится их оптимизация по предлагаемым формулам (4), (5), (9). Определив оптимальный режим работы предлагаемых машин и оптимальный режим для валки (формула (9)), можно определить режим трелевки из формулы (5). Выполненные расчеты сведены в табл. 1.

Предлагаемые автором методика и технология лесосечных работ позволяют установить оптимальные

режимы работы универсальных лесозаготовительных машин при выполнении всего комплекса производственных операций на лесосеке. Полученные данные отражают эффективность разработанной методики.

Таблица 1

Расчет оптимальных режимов работы предлагаемых машин

Наименование	$n_{п.е.}$	$P_g$	$n_{н.г.}$	$P_m$	$n_{н.м.}$	$t_g$	$t_m$
Параметры в режиме валки и трелевки	8	240	8	100	8	2,35	5,66

Можно сделать вывод о том, что использование универсальных машин с различным навесным оборудованием вместо систем машин, применяемых на лесозаготовках в настоящее время, решит проблему повышения эффективности и устранит несовместимости по производительности при работе машин в лесозаготовительных комплексах, сократит стоимость основных фондов и затраты на их техническое обслуживание. Сегодня без совершенствования конструкций выпускаемых машин и оборудования, повышения их качества и надежности невозможно обеспечить устойчивость и неистощительность лесозаготовок.

#### Литература

1. Сухих А.Н. Разработка универсальных лесозаготовительных машин и методики оптимизации технологического процесса лесозаготовок ЛПК Иркутской области // Вестн. КрасГАУ. 2010. № 2 (41). С. 97–102.
2. Сухих А.Н., Иванов В.А., Сыромаха С.М., Степанищева М.В., Иванов А.В., Михайлов Н.С., Данишек М.В. Валочно-пакетирующая трелевочная машина: пат. 85796 Рос. Федерация. № 2009113311/22; заявл. 09.04.09; опубл. 20.08.09, Бюл. № 23. 1 с.
3. Сухих А.Н., Буштрук Т.Н., Григорьева Т.А., Сорокина М.А., Садырова И.А. Валочно-пакетирующая трелевочная машина с кониковым устройством: пат. 97897 Рос. Федерация. № 2010109085/21; заявл. 11.03.10; опубл. 27.09.10, Бюл. № 27. 2 с.
4. Сухих А.С., Сыромаха С.М. Валочно-пакетирующая трелевочная машина с трех опорной выравнивающей платформой: пат. 121992. Рос. Федерация. № 2009113311/22; заявл. 10.04.12; опубл. 20.11.12, Бюлл. № 32, 2 с.
5. Машины и оборудование лесозаготовок: справочник / под ред. В.П. Сергеева. М.: Лесн. пром-сть, 1990. 440 с.

#### References

1. Sukhikh A.N. The development of universal logging machines and procedures for logging technological processes optimization of Irkutsk region timber processing complex. Vestnik KrasGAU. 2010. №2 (41). S. 97–102.
2. Patent № 85796 Russia, MPK A01G23/081 Felling and milling machine / A.N. Sukhikh, V.A. Ivanov, S.M. Syromakha, M.V. Stepanishcheva, A.V. Ivanov, N.S. Mikhailov, M.V. Danishek; zayavitel' i patentoobladatel' BrGU. № 2009113311/22; zayavl. 09.04.2009, opubl. 20.08.2009. Byull. № 23, 1s.
3. Patent № 97897 Russia, MPK A01G 23/00 Felling and milling machine equipped with a bolster device/ A.N. Sukhikh, T.N. Bushtruk, T.A. Grigor'yeva, M.A. Sorokina, I.A. Sadyrova; zayavitel' i patentoobladatel' BrGU. № 2010109085/21; zayavl. 11.03.2010, opubl. 27.09.2010. Byull. № 27, 2 s.
4. Patent № 121992 Russia, MPK A01G23/081 Felling and milling machine equipped with a three-point dock leveler / A.N. Sukhikh, S.M. Syromakha; zayavitel' i patentoobladatel' BrGU. № 2009113311/22; zayavl. 10.04.2012, opubl. 20.11.2012. Byull. № 32. 2 s.
5. Logging machines and equipment: handbook / pod red. V.P. Sergeeva. M.: Lesn. pro-m-st', 1990. 440 s.