

казатели работоспособности укрепленного волокна при этом достигаются при сортиментном методе лесозаготовок с использованием колесных форвардеров.

Следует отметить также, что использование отходов лесозаготовок в качестве материала покрытия волокна улучшает экологические показатели лесных экосистем. Так, значительно снижается уплотнение почвы, повреждаемость корней растущих деревьев при выборочных рубках, при перегнивании порубочных остатков повышается плодородие почвы.

Реализация указанных направлений комплексного использования лесосечных отходов, малоценной и низкокачественной древесины, имеющих приоритет уже в настоящее время наряду с экологическим, приносит и существенный экономический эффект.

## Библиографический список

1. Полоник С. С. Лесные ресурсы Беларуси: анализ, оценка, прогноз / С. С. Полоник. – Минск: НИЭИ Мин-ва экономики Респ. Беларусь, 2005. – 248 с.
2. Федоренчик А.С., Ледницкий А.В., Хотянович А.И. Анализ технологий и оборудования для утилизации отходов лесозаготовок // Труды БГТУ. Сер. VII. Экономика и управление / Гл. ред. И.М. Жарский. – Минск: БГТУ, 2004. – Вып. XII. – С. 267–271.
3. Ледницкий А.В., Корзун И.И., Федоренчик А.С. Экономическая эффективность производства топливной щепы для мини-ТЭЦ г. Вилейка // Труды Бел. гос. техн. ун-та. Сер. VII. Экономика и управление / Гл. ред. И.М. Жарский. – Минск: БГТУ, 2006. – Вып. XIV. – С. 255–258.
4. Протас П.А. Оценка влияния лесозаготовительных машин на лесные почвогрунты // Труды Бел. гос. техн. ун-та. Сер. II. Лесная и деревообраб. пром-сть / Гл. ред. И.М. Жарский. – Минск: БГТУ, 2003. – Вып. XI. – С. 99–103.

**Швец А. В.** (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

## ЛЕСОЗАГОТОВКАМ НУЖНЫ НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### *NEW TECHNOLOGIES ARE NECESSARY TO TIMBER CUTTINGS*

Лесная индустрия России постепенно выходит из затяжного экономического кризиса, особенно ощутимо давшего себя знать в лесозаготовительной подотрасли. По данным за 2006 год, в Свердловской области объемы рубки леса упали до уровня 7,5–8 млн. м<sup>3</sup>, по сравнению с 1990 годом, когда объем лесозаготовок, составлял 18–20 млн. м<sup>3</sup>. Область, имевшая 20 лет назад самый высокий потенциал лесопромышленного производства, сегодня по объему лесозаготовок занимает 10 место в России.

Подотрасль лесозаготовок на сегодня является самой проблемной в отрасли; здесь наибольший износ основных фондов, наименьшая зарплата, наибольшая текучесть кадров, более 60% предприятий убыточны, инвестиции в подотрасль минимальны.

Причин этого несколько, но одна из них это – устаревшие технологии. Существующие сегодня технологии заготовки и производства круглых лесоматериалов про-

должения не имеют, т. к. доказали свою убыточность в новых условиях экономических отношений. Необходимость освоения новых, экономически целесообразных технологий, технологий, отвечающих всем лесоводственным требованиям, признается всеми лесозаготовителями. При этом импортируемые технологии сортиментных заготовок на основе многооперационных машин не узаконены, по крайней мере в Уральском регионе. [3]. Тем более что российские лесозаготовители, в основном, вывозили лес в хлыстах, как это и происходит сейчас в Америке и Канаде.

Применение на вывозке сортиментов автопоездов с навесными гидроманипуляторами экономически не оправдано и выгодно только лесным ворам, но не леспромхозам с объемом вывозки более 200 м<sup>3</sup> в год. Стоимость каждого манипулятора составляет половину стоимости самого автомобиля, при этом снижается нагрузка на рейс, у автомобилей КамАЗ на 7,9...16,4 %, у автомобилей Урал – на 21,5...31,2 % [1]. Экономический анализ такой вывозки при больших объемах заготовок показывает убыточность этой технологии.

Предлагаемая нами технология лесозаготовок, транспорта леса, раскряжевки, сортировки и штабелевки круглых лесоматериалов, а затем и пиломатериалов, отгрузки круглых лесоматериалов и транспортных пакетов пиломатериалов ориентирована на внедрение манипуляторных машин на всех этих фазах техпроцесса [4]. При этом предполагается использование единой базовой модели с универсальными свойствами, следовательно, с однотипными узлами и механизмами, что облегчит и удешевит условия эксплуатации и ремонта, сократит бесчисленные потери на поиск и замену вышедших из строя узлов. Применение таких машин на всех фазах технологического процесса и переделах работ заготовки леса и производства круглых лесоматериалов может кардинально, при минимальных капиталовложениях разрешить проблему технического перевооружения предприятий отрасли.

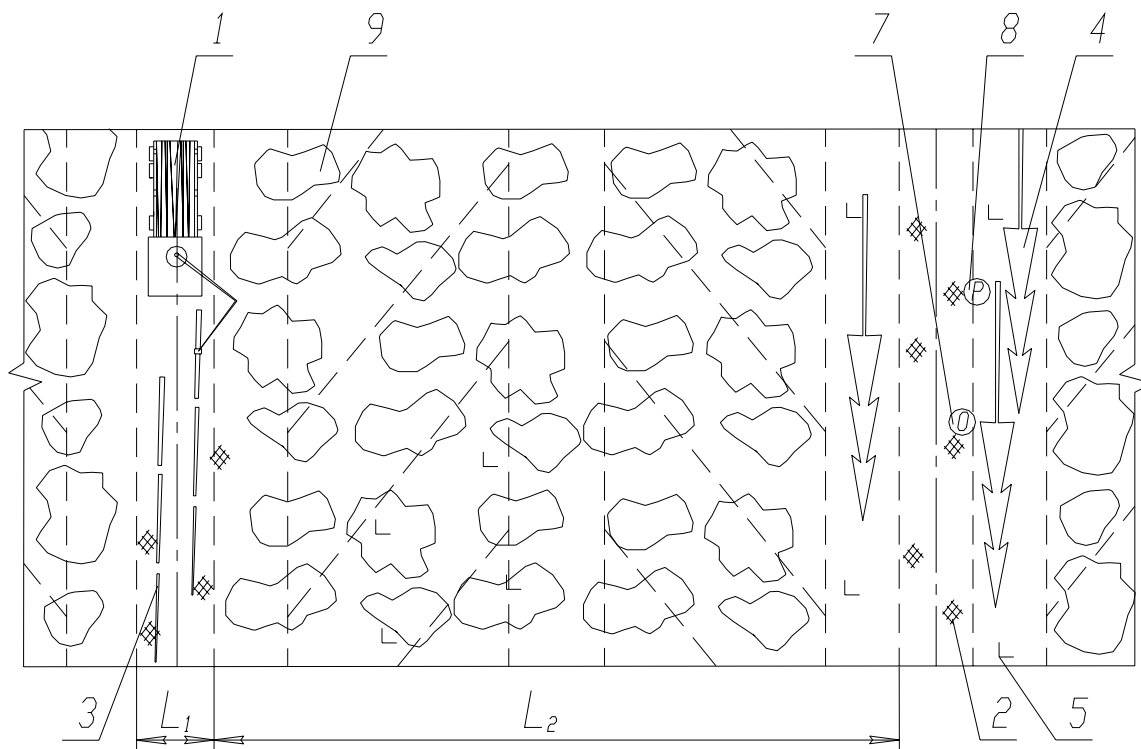
Валочно–пакетирующие, валочно–трелевочные, трелевочные машины, харвестеры и процессоры, погрузчики, автолесовозные поезда с манипуляторами, автоматизированные транспортеры типа ЛТ–86Б или ЛТ–182, крановое хозяйство, возможно заменить универсальным манипуляторным механизмом. Такой универсальный механизм поможет вернуть рентабельность подотрасли заготовки и производства круглых лесоматериалов. В результате теоретических расчетов установлено, что универсальная манипуляторная машина должна иметь определенные технические параметры: вылет манипулятора в пределах 10...11 м с грузовым моментом 130...150 кНм, желательно в полноповоротном варианте.

Гидроманипулятор с такими параметрами, БАКМ–1600, выпускается в г. Балашиха, но нет достаточно надежной базовой машины для него. Имеются варианты манипуляторных машин, в том числе харвестеров и форвардеров, выпускаемых белорусским объединением «АМКАДОР», которые хорошо адаптированы к условиям Урала.

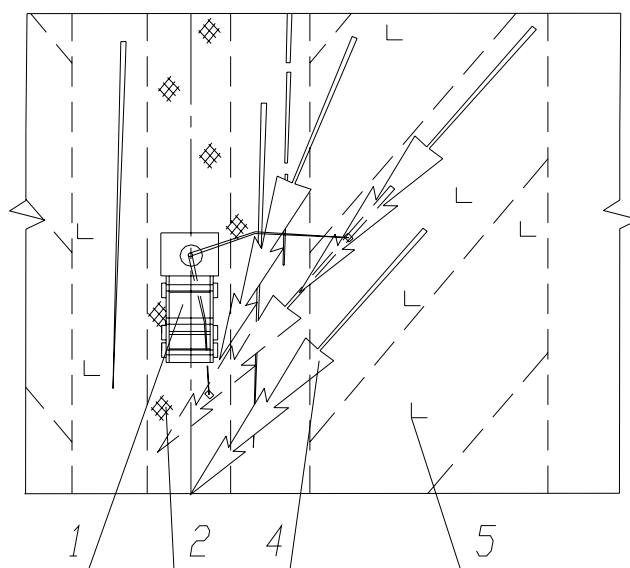
Рассмотрим возможности применения подобных машин на различных фазах технологического процесса заготовки, вывозки и первичной переработки леса.

С применением универсальной манипуляторной машины технология лесосечных работ будет функционировать по следующей схеме (рис. 1). После разрубки пасечного волока и обрезки сучьев трелевочный тягач с манипулятором проходит по волоку и укладывает хлысты вдоль волока. Они будут играть роль подкладочного хлыста. После валки деревьев трелевочный тягач с манипулятором подтаскивает их и укладывает

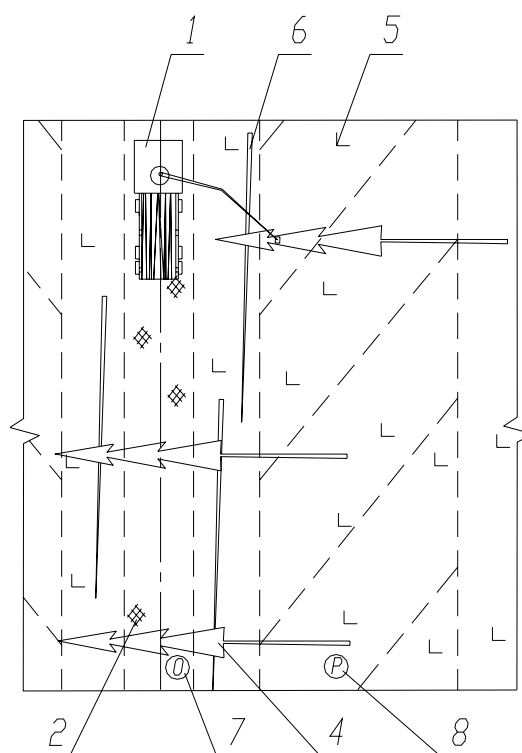
на подкладочный хлыст. Обрезчик сучьев обрезает сучья и верхинки, а полученные хлысты либо вытрелевываются тягачом с манипулятором, либо раскряжевываются на сортименты, после чего вывозятся на погрузочную площадку. Благодаря этому способу разработки пасеки можно увеличить ее ширину  $L_2$  до 46,5 метров (рис. 1а) и уменьшить количество волоков. По данной схеме, можно проводить сплошные рубки и рубки промежуточного пользования, заготавливать, как хлысты, так и сортименты.



а



б



**В**

Рисунок 1 – Применение универсального манипулятора на лесосечных работах:  
 1 – универсальная манипуляторная машина; 2 – порубочные остатки;  
 3 – сортименты; 4 – поваленное дерево; 5 – пень; 6 – хлыст; 7 – обрезчик сучьев;  
 8 – раскряжевщик; 9 – растущее дерево

В отличие от работы харвестерной системы машин, данная система поможет более рационально использовать древесину на лесосеке, т. к. в зимнее время харвестерная головка не может полностью опуститься к комлевой части дерева и практически постоянно остается пень высотой около 50 сантиметров.

Погрузка хлыстов или сортиментов в автопоезда на погрузочной площадке может производиться тем же манипуляторным погрузчиком. При этом могут быть реализованы различные схемы обработки лесоматериалов на верхнем складе: рассортировка хлыстов по породам, раскряжевка с использованием манипулятора, сортировка круглых лесоматериалов в процессе штабелевки, а затем и погрузки на автопоезд.

С целью общей оценки эффективности вывозки сравним производительности автопоездов, оборудованных гидроманипуляторами и безманипуляторных автопоездов. В технологии применения автопоездов без манипуляторов возможны два варианта погрузки сортиментов (хлыстов): погрузка челюстным перекидным погрузчиком, либо погрузка манипуляторным погрузчиком повышенной грузоподъемности. Опыт использования этих типов погрузчиков показывает их идентичность по производительности, но маневренность манипуляторного погрузчика выше.

В связи с существенным снижением грузоподъемности автопоездов, оборудованных гидроманипуляторами, могут применяться их сочетания с обычными автопоез-

дами. При такой организации вывозки автопоезда с манипуляторами грузят лесовозные автопоезда без манипуляторов, а затем себя. Рассмотрим три различные бригады автопоездов. В первой бригаде используются 4 автопоезда без манипуляторов (погрузка осуществляется отдельным манипуляторным или челюстным погрузчиком), во второй – 2 автопоезда без манипуляторов и 2 с манипуляторами, в третьей – 4 автопоезда с манипуляторами.

Сменная производительность манипуляторных автопоездов:

$$P_{см} = \frac{(T_{см} - T_{пз} - T_{отл}) * C * Q_{пол}}{T_{дв.гр.} + T_{дв.хол.} + T_{погр.} + T_{разгр.}} \quad (1)$$

где:  $T_{см}$  – число часов работы в смену, час;

$T_{пз}$  – подготовительно-заключительное время, час;

$T_{отл}$  – время на отдых и личные надобности, час;

$C$  – коэффициент использования рабочего времени;

$Q_{пол}$  – полезная нагрузка на рейс, м<sup>3</sup>;

$T_{дв.гр.}$  – время движения автопоезда с грузом, час;

$T_{дв.хол.}$  – время движения автопоезда без груза, час;

$T_{погр.}$  – время на погрузочные работы, час;

$T_{разгр.}$  – время на разгрузочные работы, час.

Как видно из графика производительности, (рис. 2), наибольшую сменную производительность имеет бригада, состоящая из автопоездов без манипуляторов загружаемых манипуляторным мобильным погрузчиком. Это связано с большей полезной нагрузкой на рейс, чем у автопоездов, оборудованных гидроманипуляторами. Наименьшую сменную производительность имеет бригада, состоящая как из манипуляторных, так и безманипуляторных автопоездов. Это обусловлено, в первую очередь, повышением времени на погрузочно–разгрузочные работы двух автопоездов, оснащенных манипуляторами. Производительность безманипуляторных автопоездов выше, чем манипуляторных в любой их комплектации. Следовательно, на погрузке сортиментов целесообразен мобильный колесный лесопогрузчик с манипулятором, перемещающийся между лесосеками и погрузочными пунктами самостоятельно, без использования тягача и трейлера.

Отметим, что в расчетах не учитывались более высокие скорости движения безманипуляторных автопоездов как в грузовом, так и в порожнем направлениях. Время движения автопоездов в грузовом и порожнем направлении взято опосредованным для магистралей, веток и усов без учета графика движения поездов. Тем не менее, такая упрощенная схема анализа работы бригад позволяет сделать некоторые выводы.

Очевидно, что с истощением сырьевых баз действующих лесопромышленных предприятий необходимость в мобильном манипуляторном погрузчике будет возрастать.

Весьма перспективны также манипуляторы на нижнем складе. Универсальный манипулятор может применяться при разгрузке автопоездов, в составе раскряжевочно–сортировочных линий, при выполнении штабелевочно–погрузочных работ, в том числе и при загрузке вагонов РЖД, на цеховых и межцеховых операциях.

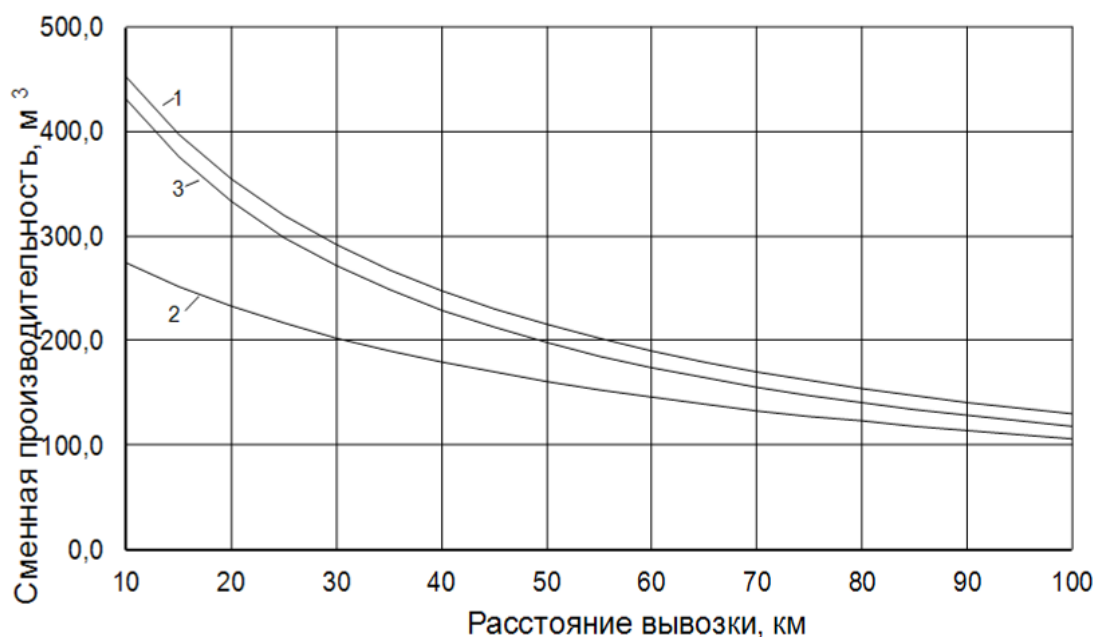


Рисунок 2 – Сменная производительность бригады автопоездов на вывозке леса:  
 1 – четыре автопоезда без манипуляторов; 2 – два автопоезда без манипуляторов, два автопоезда с манипуляторами; 3 – четыре автопоезда с манипуляторами

Раскряжевка хлыстов на механизированных нижних складах в настоящее время ведется на полуавтоматических линиях и установках, обеспечивающих годовую производительность порядка 80...110 тыс м<sup>3</sup>.

Полуавтоматические линии ЛО–15А, установки гидрофицированные ЛО–113, раскряжевочные установки ЛО–68 и другие линии с продольной подачей хлыстов под пилу имеют в своем составе также сортировочные транспортеры со сбрасывателями различного типа. Все эти раскряжевочные комплексы имеют весьма сложные и металлоемкие узлы, занимающие большие площади, они сложны в эксплуатации, обслуживании и ремонте.

Место сортировочных транспортеров в составе полуавтоматических линии может занять универсальный манипулятор. Сопоставление расчетных производительностей установки ЛО–15А на раскряжевке и универсального манипулятора на сортировке при среднем объеме хлыста 0,4 м<sup>3</sup>, количестве резов 5 и среднем цикле пиления на хлыст 21 с, среднем объеме бревна 0,08 м<sup>3</sup> дает следующие результаты. Сменная производительность ЛО–15А составляет 240 м<sup>3</sup>, универсального манипулятора – при радиальной схеме – 124 м<sup>3</sup>; при фронтальной схеме – 50...81 м<sup>3</sup>, комбинированной – 103 м<sup>3</sup>. Следовательно, 2 манипулятора при радиальной или веерной расстановке лесонакопителей полностью обеспечат работу раскряжевочной установки [2].

На рисунке 3 представлена разработанная в УГЛТУ раскряжевочно-сортировочная установка на базе универсального манипулятора. В состав установки входят: гидрелебедка, гидроманипулятор, цепная пила, раскряжевочный лоток с механизмом разметки и комплект накопителей – до 8 штук, а при наличии короткомерной продукции может достигать 10 шт.

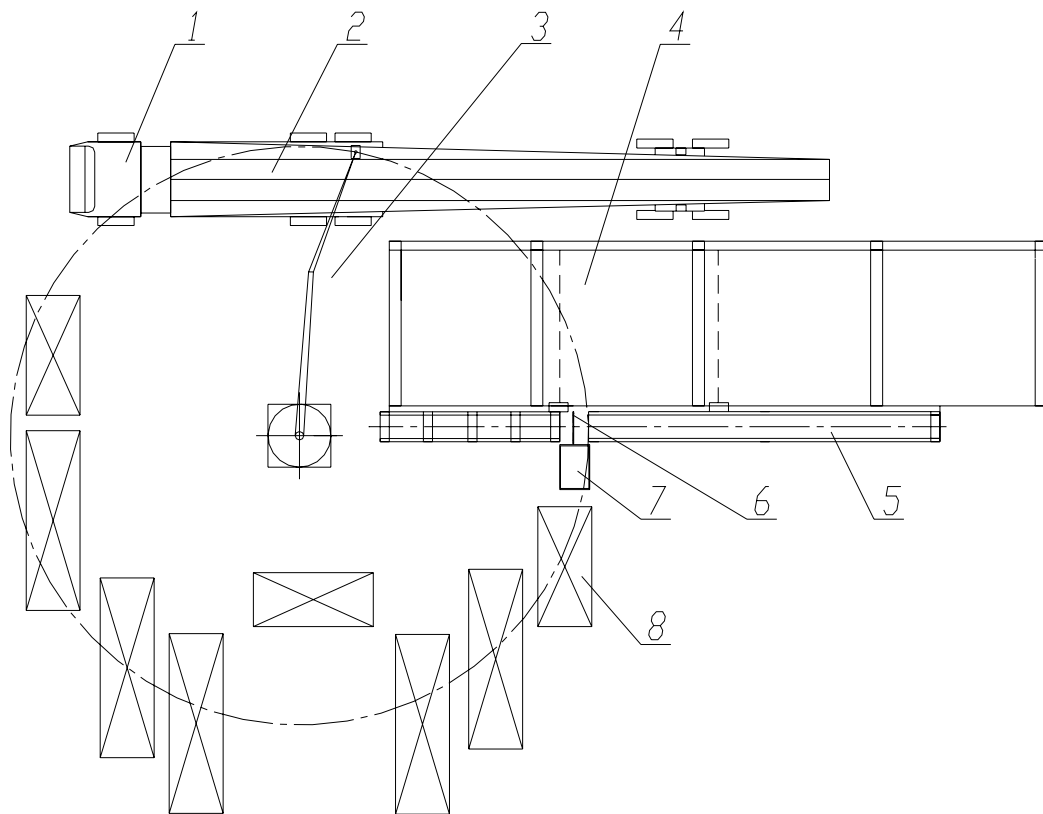


Рисунок 3 – Технологическая схема участка нижнего склада на базе универсального манипулятора: 1 – лесовоз; 2 – пакет хлыстов; 3 – универсальный манипулятор; 4 – накопитель хлыстов; 5 – раскряжевочный лоток; 6 – цепная пила; 7 – контейнер для отходов; 8 – накопитель для сортиментов

Анализ экономической эффективности использования универсальной манипуляторной машины производился путем сравнения классической системы машин и новой технологии лесозаготовки и производства круглых лесоматериалов.

В первой системе машин представлено классическое оборудование: на лесосечных работах – валка и обрезка сучьев осуществляется бензопилой Хускварна 262 на лесосеке, хлысты трелюются трактором ТТ-4, погрузка производится фронтальным погрузчиком ЛТ-188, вывозятся хлысты на автомобиле Урал 375+ропуск ГКБ-9383-011; на нижнескладских работах автопоезда разгружаются краном ЛТ-62, раскряжевка осуществляется на раскряжевочной установке ЛО-15А, сортируются сортименты на транспортере ЛТ-182, штабелевка и отгрузка потребителям ведется краном ККС-10.

Вторая система машин отличается используемым в ней оборудованием, большинство работ ведется мобильным колесным погрузчиком манипуляторного типа: на лесосечных работах – валка и обрезка сучьев осуществляется бензопилой Хускварна 262 на лесосеке, трелевка ведется трелевочным тягачом с манипулятором повышенного вылета стрелы, погрузка ведется той же машиной, вывозятся хлысты на автомобиле Урал 375+ропуск ГКБ-9383-011; на нижнем складе автопоезда разгружаются мобильным колесным погрузчиком с манипулятором повышенного вылета стрелы, раскряжевка и сортировка осуществляется на раскряжевочной установке с использованием уни-

версального манипулятора, штабелевка и отгрузка потребителям осуществляется также с использованием универсальной манипуляторной машины.

Сравним экономическую эффективность этих двух систем машин, которая даст обоснование для выбора лучшего варианта.

Экономическая эффективность:

$$\text{Экон. эф-ть} = \frac{(C/C_1 - C/C_2) * Q}{(KB_2 - KB_1)} \quad (2)$$

где:  $C/C_1$  – себестоимость 1 м<sup>3</sup> для первой системы машин, руб./м<sup>3</sup>;  
 $C/C_2$  – себестоимость 1 м<sup>3</sup> для второй системы машин, руб./м<sup>3</sup>;  
 $KB_1$  – капитальные вложения в первую систему машин, тыс. руб.;  
 $KB_2$  – капитальные вложения во вторую систему машин, тыс. руб.;  
 $Q$  – объем производства, тыс.м<sup>3</sup>.

В результате вычисления экономической эффективности, установлено что технология, основанная на базе универсального манипулятора эффективнее традиционной на 24%.

Повсеместный переход на манипуляторную технику давно очевиден для развитых промышленных стран. С внедрением манипуляторов заканчиваются проблемы с ремонтом, содержанием и освидетельствованием кранового хозяйства, подкрановых путей, сокращаются промышленные площади складов, изживается травматизм.

### Библиографический список

Андрианов, Ю. С. Обоснование рациональной технологии вывозки сортиментов и параметров самозагружающихся транспортных средств (для условий Республики Марий Эл) [Текст]: автореф... канд. техн. наук. – Йошкар-ола: Марийск гос. техн. у-нт, 2000. – 20 с.

Добрачев, А. А. Гидроманипуляторы на нижнем складе [Текст] / А. А. Добрачев, А. А. Малышев, С. А. Овчинников // Лесной Урал. – 2003. – №1(3) – С. 26–27.

Гирев, Г. М. Состояние лесопромышленного комплекса Свердловской области и перспективы его развития [Электронный ресурс]. – Международный евразийский симпозиум «Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века». – [http://symposium.forest.ru/article/2006/1\\_management/girev\\_01.htm](http://symposium.forest.ru/article/2006/1_management/girev_01.htm).

Швец, А. В. Универсальный манипулятор как средство реструктуризации лесного комплекса [Текст] / А. В. Швец, А. А. Добрачев // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России. Материалы IV всероссийской научн.–техн. конф. / Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т. 2008. ч.2. С. 340–343.