Гоптарев Сергей Михайлович – доцент кафедры промышленного транспорта, строительства и геодезии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», кандидат технических наук, доцент, Воронеж, Российская Федерация; e-mail: serg-goptarev@mail.ru.

Information about authors

Afonichev Dmitrii Nikolaevich – head of the Department of electrical engineering and automation Federal State Budget Education Institution of Higher Education «Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great», doctor of technical Sciences, Professor, Voronezh, Russian Federation; e-mail: dmafonichev@yandex.ru.

Morkovin Vladimir Aleksandrovich – associate Professor of the Department of industrial transport, building and geodesy Federal State Budget Education Institution of Higher Education «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», candidate of technical Sciences, associate Professor, Voronezh, Russian Federation; e-mail: kafedra_prom_transporta@list.ru.

Goptarev Sergey Mihaylovich – associate Professor of the Department of industrial transport, building and geodesy Federal State Budget Education Institution of Higher Education «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», candidate of technical Sciences, associate Professor, Voronezh, Russian Federation; e-mail: serg-goptarev@mail.ru.

DOI: 10.12737/article_5b240610787eb9.84551258
УДК 674*061

СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ПРОИЗВОДСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ НАСТИЛОВ ДЕРЕВЯННЫХ ДЛЯ ЛЮДСКОГО ХОДА (ТРАПОВ), ИСПОЛЬЗУЮЩИХСЯ В ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ

доктор технических наук, доцент **О. Н. Бурмистрова**[1]
старший преподаватель,**М. А.Михеевская**[1]
студент**, Е. В. Михеевский**[1]

1- ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет», Ухта,Российская Федерация

В Российской Федерации основными лесообразующими породами являются ценные хвойные насаждения (преимущественно лиственница, сосна и ель) – 76%, мягкие лиственные насаждения (преимущественно береза и осина) занимают 22% площадей, остальная территория приходится на насаждения твердолиственных пород.Использование древесины для производства рудничной стойки и, как следствие, настилов для людского хода (трапов) в горнорудных предприятиях обусловливается рядом её преимуществ относительно других материалов, например, железобетона или железа. Древесина легко обрабатывается при подгонке линейных размеров, необходимой при установке креплений, а также обладает большей эластичностью при небольшой объёмной массе. Еще одним преимуществом применения древесины на горнорудных предприятиях является относительная низкая цена по сравнению с вышеуказанными материалами. Кроме того, древесина обладает ещё одним уникальным свойством – издавать звук при растрескивании, предупреждающий об осадке грунта или предстоящем обвале.От качества древесины зависит долговечность рудничной стойки и настилов и безопасность передвижения подземных рабочих горнорудных предприятий (проходчиков, крепильщиков, бригад комбайнёров). Изготовление настилов деревянных для людского хода (трапов) из древесины ценных хвойных пород идёт в разрез с принципами рационального использования природных ресурсов.В статье произведён расчет расхода ценных хвойных пород для производства настилов деревянных для людского хода (трапов), использующихся

при проходческих и ремонтно-восстановительных работах в горных выработках, а также рассматривается вопрос замены хвойных пород древесины на мягкие лиственные в данном производстве. Для увеличения срока эксплуатации деревянных настилов, повышения их биологической стойкости предлагается использование различных пропиток антисептиками.

Ключевые слова:древесина хвойных пород, древесина мягких лиственных пород, горнорудные предприятия, трап, рудничная стойка, физико-механические свойства, пропитка, антисептик.

CONDITION OF THE QUESTION OF PRODUCTION AND OPERATION OF WOODEN FLOPS FOR MANWAYS USED IN MINING PROCESSES

DSc (Engineering), Associate Professor **O.N. Burmistrova**[1]
Senior lecturer, **M. A. Mikheevskaya**[1]
Student**, E. V. Mikheevskiy**[1]

1- FSBEI HE «Ukhta State Technical University», Ukhta, , Russian Federation

Abstract

In the Russian Federation, the main forest-forming species are valuable coniferous plantations (mainly larch, pine and spruce) - 76%, soft deciduous plantations (mainly birch and aspen) occupy 22% of the area; the rest of the territory is hardwood plantations. Use of wood for the production of mine struts and, as a consequence, decks for manways in mining enterprises are determined by a number of its advantages with respect to other materials, for example, reinforced concrete or iron. Wood is easy processed when adjusting the linear dimensions necessary for the installation of fasteners, and also has greater elasticity with a small bulk weight. Another advantage of using wood in mining enterprises is relatively low price compared to the above materials. In addition, wood has another unique property - to produce a sound in cracking, warning of sedimentation of the ground or the impending collapse. Quality of timber depends on the durability of pit props and decking and safety of the movement of underground mining workers (drifters, sawmillers, harvesters). The production of wooden decks for manways from valuable coniferous trees is contrary to the principles of rational use of natural resources. In the article, the calculation of expenditure of valuable coniferous species for the production of wooden decks for manways used for tunneling and repair and recovery works in mine workings, and also the question of replacement of coniferous species of wood on soft deciduous ones in the given manufacture is considered. It is proposed to use various impregnations with antiseptics to increase the life of wooden decking, increase their biological stability.

Keywords: softwoods, soft foliage species, mining enterprises, manway, pit prop, physical and mechanical properties, impregnation, antiseptic.

Введение

В Российской Федерации продолжается негативный для лесной промышленности страны процесс замещения ценных хвойных пород лиственными, связанный с малой обеспеченностью рубками ухода, частичным завершением лесовосстановления, переводом лесных участков в лесные насаждения без учёта породных состава и структуры. Удельная площадь лесных культур в площади лесовосстановления сокращается относительно уровня начала 2000-х гг. Основным методом лесовосстановления является содействие естественному восстановлению, при этом плановая обеспеченность восстанавливаемых лесов рубками ухода в молодняках составляет 43 %, фактическая – 31%. Низкая составляющая создаваемых культур уходами приводит к их исчезновению – в отдельные годы до 60% лесных культур не имели возможности выжить из-за зарастания менее ценными лиственными породами. В связи с истощением запасов ценной деловой древесины стоит вопрос о замене

её малоценной в различных областях промышленности[3].

Лесозаготовительные предприятия, поставляющие рудничную стойку на горно-рудничные предприятия, равным образомснабжают данные предприятия настилами деревянными для людского хода, т.е. трапами.

Рудничные стойки (крепи)– это круглые сортименты, предназначенные для укрепления (крепления) подземных горных выработок.

Рудничные стойки подразделяются по назначению на стойки для горнорудной промышленности и стойки для каменноугольной промышленности. Свойство материала, из которого изготавливаются рудничные стойки, сохранять прочность и долговечность под действием вертикальных нагрузок является основным требованием к качеству рудничных стоек. Применение для этих целей древесины обусловливается рядом её преимуществ относительно других материалов, например, железа или железобетона.

Древесина легко поддаётся обработке, когда производится подгонка линейных размеров, необходимая при установке креплений на рабочем месте, а также обладает наибольшей эластичностью при невнушительной объёмной массе. Еще одним преимуществом использованиядревесины на горнорудных предприятиях является относительная ценовая доступностьпо сравнению с вышеуказанными материалами. Вместе с тем, древесина обладает еще одним исключительнымкачеством – издавать звук при растрескивании, предупреждающий рабочих об осадке грунта или предстоящем обвале.

В настоящее время для производства рудничных стоек используют только хвойные породы древесины: лиственницу, ель, сосну и пихту. Однако, применение пихты для изготовления рудничных стоек имеет существенные ограничения, так как у древесины пихты пониженная стойкость к загниванию.

Для рудничных стоек устанавливаются конкретные номинальные длины: от 0,5 до 6,0 м – для каменноугольной и от 1,5 до 6,5 м – для горнорудной промышленности[1].

Допускается поставлять рудничные стойки в долготье. Толщина рудничных стоек для каменноугольной промышленности установлена в пределах от 7 до 24 см, а для горнорудной – от 12 до 32 см. Рудничные стойки по сортам не разделяются.

Однако, по некоторым видам пороков древесины для рудничных стоек имеются ограничения:

– не допускаются табачные сучки;

– не допускаются ядровая и заболонная гнили;

– боковые трещины допускаются глубиной не более 0,25 толщины соответствующего торца;

– кривизна возможна со стрелой прогиба не более 1 % от длины стойки для стоек толщиной до 24 см и не более 2 % для стоек толщиной 26 см и более.

– скосторцевого пропила не должен превышать 1 см в стойках толщиной до 11 см и 2 см в стойках толщиной12 см и более.

Рудничные стойки должны быть очищены от сучьев вровень с боковой поверхностью. Они поставляются неокоренными или грубоокоренными, чистая окорка рудничных стоек не допускается[1].

В Российской Федерации основными лесообразующими породами являются хвойные насаждения (преимущественно лиственница, сосна и ель) – 76%, мягкие лиственные насаждения (преимущественно береза и осина) занимают 22% площадей, остальная территория приходится на насаждения твердолиственных пород[3].

Изготовление настилов деревянных для людского хода (трапов) из древесины ценных хвойных пород идёт в разрез с принципами рационального использования природных ресурсов. В тоже время на лесосеках России ежегодно сгнивает большое количество древесины мягких лиственных пород (берёза, осина, ольха, тополь и др.) [6].

От качества древесины зависит долговечность настилов и безопасность передвижения подземных рабочих горнорудных предприятий (проходчиков, крепильщиков, бригад комбайнёров).

Предлагаемая технология производства трапов заключается в замене ценных хвойных пород, из которых изготавливаются рудничные стойки, на лиственные. Трапы, выпиленные из лиственных

пород с использованием качественной пропитки, по своим физико-механическим свойствам не уступят настилам из хвойной древесины.

В горных выработках с доставкой горной массы транспортёрами ширина свободного прохода для рабочих должна быть не менее 0,7 м,также с противоположной стороны должен быть обеспечен ремонтно-монтажный зазор не менее 0,4 м между стенками (крепью) выработок и наиболее выступающими частями конвейера. Расстояние от возможного навала горной массы, транспортируемой конвейером, до кровли или крепления выработок должно быть не менее 0,3 м. Свободные проходы для рабочих должны устраиваться с одной и той же стороны. Почва выработок на свободных проходах должна быть ровной или на ней должен быть уложен настил (трап, плиты и др.)[4, 5].

Горные выработки с определёнными уклонами, предназначенные для передвижения рабочих, при различных углах наклона оборудуют соответственно:

– трапами, с углом наклона выработки от 7° до 10°;

– трапами с перилами, с углом наклона выработкиот 11° до 25°;

– сходнями со ступенями и перилами, с углом наклона выработкиот 26° до 30°;

– лестницами с горизонтальными ступенями и перилами, с углом наклона выработкиот 31° до 45°;

– лестничными отделениями, с углом наклона выработкиболее 45°.

Лестницы в лестничных отделениях полагается устанавливать под углом не более 80°. Ширина лестниц должна превышать0,4 м, а расстояние между ступенями должно составлять не более 0,4 м. Расстояние между крепью горной выработки и лестницей у ее основания должно быть не менее 0,6 м.

В лестничных отделениях наклонных горных выработок не более, чем через 8 мдолжны располагаться горизонтальные полки. Выступы лестниц над горизонтальными полками должны быть не менее 1 м.

В горизонтальных полках для свободного прохода рабочих должны быть устроены лазы шириной не менее 0,6 м и высотой не менее 0,7 м. Высоту лаза определяют по нормали к установленной в нём лестнице. Лазы над первой верхней лестницей должны быть закрыты лядами. Ляды в полках необходимо смещать на ширину лаза[4, 5].

Если выходами из подземных выработок на поверхность являются наклонные горные выработки, то как минимум в одной из них необходимо обеспечить механизированную перевозкурабочих и проходы для их свободного передвижения.

Произведём теоретический расчёт примерного расхода хвойной древесины в среднемза год на одном горно-рудничном предприятии при работе горных проходчиков без учёта ремонтно-восстановительных работ в пройденных выработках.

На средней по размеру угольно-добывающей шахте отдел проходки горных выработок может состоять из трёх-пяти участков. За каждым участком закреплено четыре бригады проходки горных выработок с помощью комбайна (бригады комбайнёров) и две бригады, осуществляющие проходку горной выработки путём буровзрывных работ. План на одну бригаду комбайнёров –(проходчиков) составляет в среднем 500м в месяц, а на бригаду, ведущую проходку буровзрывным способом, – 124 м в месяц.

Тогда, при размере одного трапа шириной 0,7 м и длиной 4 м и толщиной доски 40 мм, произведем расчёт объёма одного трапа по формуле:

$$V_{тр} = b \cdot l \cdot h \,, \qquad (1)$$

где b – ширина трапа, м;

l – длина трапа, м;

h – толщина трапа, м.

$$V_{тр} = 0,7 \cdot 4 \cdot 0,04 = 0,112 \text{ м}^3.$$

Таким образом, для одной бригады комбайнёров при длине одного трапа 4 м расход древесины ценных хвойных пород в месяц составляет:

$$V_{к1} = \frac{П_{мк}}{l} \cdot V_{тр} \,, \qquad (2)$$

где $П_{мк}$ –план проходческих работ на одну бригаду комбайнёров, м.

$$V_{к1} = \frac{500}{4} \cdot 0,112 = 14 \text{ м}^3.$$

Так как бригады комбайнёров четыре, месячный расход древесины составит:

$$V_{к4} = V_{к1} \cdot 4 = 14 \cdot 4 = 56 \text{ м}^3.$$

Произведём аналогичный расчет для бригад, ведущих проходку буровзрывным способом:

$$V_{б1} = \frac{П_{мб}}{l} \cdot V_{тр}, \quad (3)$$

где $П_{мб}$ –план проходческих работ на одну бригаду, ведущую проходку буровзрывным способом, м.

$$V_{б1} = \frac{124}{4} \cdot 0{,}112 = 3{,}5 \text{ м}^3.$$

Так как бригады, ведущие проходку буровзрывным способом, две, месячный объём составит $V_{б2} = V_{б1} \cdot 2 = 3{,}5 \cdot 2 = 7 \text{ м}^3$.

На одном участке в месяц используется для изготовления трапов следующее количество древесины хвойных пород:

$$V_{м1} = V_{к4} + V_{б2}. \quad (4)$$

$$V_{м1} = 56 + 7 = 63 \text{ м}^3.$$

Участков пять, поэтому месячный расход древесины для всех участков будет равен:

$$V_{м5} = V_{м1} \cdot 5 = 63 \cdot 5 = 315 \text{ м}^3.$$

Годовой расход древесины хвойных пород для данного случая составит:

$$V_{г} = V_{м5} \cdot 12 = 315 \cdot 12 = 3780 \text{ м}^3,$$

что соответствует годовому объёму заготовок небольшого частного предприятия.

В случае подсчёта расхода древесины и для участка ремонтно-восстановительных работ расход возрастёт примерно в 1,5 раза и составит $V_{общ} = V_{г} \cdot 1{,}5 = 3780 \cdot 1{,}5 = 5670 \text{ м}^3$.

Только в Республике Коми действует около 6 горно-рудничных предприятий, соответственно предлагаем заменить изготовление настилов деревянных для людского прохода (трапов) в горных выработках из ценных хвойных пород деревьев на мягкие лиственные, например, осину.

Осина распространена в районах с умеренным и холодным климатом. Во время своего роста дерево подвержено различного рода заболеваниям древесины, очень редко можно встретить здоровое дерево.

Поэтому предлагаем использовать пропитку для улучшения свойств древесины и увеличения срока службы.

Вся непропитанная пилопродукция, поступающая на лесоперерабатывающие предприятия, подвергается входному отбору на соответствие размерам, качеству пилопродукции, нормам допусков пороков. Отобранная и рассортированная по типам пилопродукция поступает на склад, где происходит естественная сушка древесины. В производство поступает древесина с влажностью менее 22 % [6, 7].

Основным недостатком деревянных настилов является сравнительно небольшой срок службы, который в первую очередь, зависит от качества древесины. Чем выше основные физико-механические прочностные характеристики – плотность, прочность, упругость, износостойкость, а также биологическая стойкость (сопротивление дереворазрушающим грибам и насекомым) древесины, тем долговечнее срок службы трапов и безопаснее передвижение работников [10].

Устранить недостатки возможно с помощью пропитки настилов специальными антисептиками. Пропитка для пилопродукции – необходимая мера для обеспечения защиты целостности и увеличения длительности эксплуатации деревянных элементов, о которой знали еще в древние времена, когда дерево было основным строительным материалом и применялось в домостроении, при постройке транспортных средств, в судостроении и при декоративных работах. Использование дерева для эксплуатационных целей в промышленных масштабах было распространено в тех местностях, где древесины было в достаточном количестве, но всегда меры по её сохранности считались необходимым условием любого производства.

Изделия, поступающие в пропитку, должны быть окорены с полным удалением луба [2]. Технология использования пропиток для обработки древесины не изменилась с того времени, когда древесина применялась практически повсеместно. Но современная химия и строительная промышленность разработали множество новых антисептических материалов, которые успешно используются

для пропитывания деревянныхдеталей и поверхностей. В современных реалиях древесина – это экологически чистый и широко использующийся материал, имеющий ряд недостатков и особенностей, чтобы можно было повсеместно применять его, не задумавшись предварительно о сохранности примененной фактуры.

Обширное применение наружных пропиток для сделало необходимым появление определенных видов защитных составов, с различными функциональными предназначениями:

– проникающие пропитки(используются для внутренних работ, обладают способностью проникновения вглубь древесины);

– пленочные пропитки (применяются для наружной обработки древесины);

– антисептики, необходимые для защиты от плесени и грибка;

– антипрены (противопожарные пропитки, обеспечивающие сохранность от возгорания);

– комплексные пропитки(включают в себя возможность комбинирования сразу двух или нескольких защитных свойств).

Обработка древесинывышеперечисленными способами должна состоять из нескольких необходимых этапов, потому что древесина подвержено внутренним и внешним воздействиям, как ни один иной натуральный материал[8].

Обработка древесины должна быть комплексной и представлять собой поэтапный процесс, предпринимаемый с целью обеспечить более длительный срок службы.Именно для этого используются различные защитные составы.

Обработка древесины от потенциальных опасностей, которые могут разрушать её во время эксплуатации, привело к тому, что виды пропиток для дерева стали изготавливаться на различной основе, с использованием как натуральных компонентов, так и новых химических составов, полученных благодаря достижениям химическойпромышленности.

Защитные пропитки поставляются в виде готового продукта, кристаллического порошка или гранул, в кристаллической форме, и разводиться водой или растворителем.

Так как основными воздействующими на трапы факторами в горнорудной атмосфере являются: влажность, реже высокие температуры, большие нагрузки (постоянное передвижение людей), предлагаетсяиспользовать при изготовлении лиственных настилов деревянных для людского хода пропитку на акриловой основе.

Преимущества пропитки на акриловой основе перед своими прямыми конкурентами в том, что она обладает следующими свойствами:

1. Укрепляет поверхность древесины, чем увеличивает срок службы.

2. Защищает от воздействия биологических факторов – грибка, плесени и гниения древесины, тем самым увеличивается срок службы пилопродукции.

3. Обладает водоотталкивающимисвойствами (древесина менее подвержена гниению).

4. Экологически безопасна и не имеет специфического запаха (для нанесения не требуются работники, имеющие специальную классификацию, а такжене требуется специальных помещений).

5. Экономично расходуетсяпри нанесении.

6. Имеет невысокую стоимость при небольшом расходе.

Недостаткомпропитки на акриловой основе являетсянедостаточное выдерживание низких температур, каковых на горнорудных предприятиях нет, так как в шахтах существуют ограничения по работе при максимальных температурах и по возможности поддерживается определенная температура для комфортной работы [9].

Поверхностями для нанесения могут быть практически все виды минеральных оснований, таких как древесина, бетон, асбестоцементные плиты, цементная стяжка, штукатурка, гипс, древесностружечные и древесноволокнистые плиты и т.п.

Пропитка на акриловой основе – это прозрачная низковязкая бесцветная жидкость, имеющая плотность 0,9 кг/л, основой пропитки являетсяметилметакриловый полимер.

Ориентировочное время высыхания при 20°С и 70 % влажности воздуха: для возможности начала работ – 6 часов, длянанесения других покрытий –не менее 3 – 4 часов. Температура эксплуатации варьируется от – 30 до + 60^{0}С. Расход пропитки на ак-

риловой основе составляет 100…500 г/м^2,в зависимости от поглощающей способности основания и поставленной цели. При высокой поглощающей способности данные антисептики рекомендуется наносить в два слоя.

Вывод

Таким образом, сравнивая технологии производства настилов деревянных для людского хода из хвойной и лиственной пропитанной древесины, возможно предполагать, что себестоимость трапов из пропитанной лиственной древесины будет ненамного отличаться от себестоимости настилов из хвойной древесины. Из чего можно заключить, что изготовление настилов деревянных будет целесообразно и эффективно, а также соответствует рациональному использованию природных ресурсов.

Библиографический список

1. ГОСТ 616-83Стойки рудничные деревянные. Технические условия. –Введ..1983.02.18 [Текст]. М.: Издательство стандартов, 1992. – 8 с.
2. ГОСТ 20022.5-93. Защита древесины. Автоклавная пропитка маслянистыми защитными средствами. Введ. 1995-01-01 [Текст]. Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1994. – 5 с.
3. Постановление Правительства РФ от 15.04.2014 N 318 (ред. от 31.03.2017) «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие лесного хозяйства» на 2013 – 2020 годы» [Текст]. М.: Собрание законодательства РФ, 2014. N 18 (часть II), ст. 2164.
4. Приказ Ростехнадзора «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах» [Электронный ресурс]:от 19.11.2013 N 550 (ред. от 08.08.2017) (Зарегистрировано в Минюсте России 31.12.2013 N 30961) // КонсультантПлюс онлайн – Некоммерческие интернет-версии системы Консультант-Плюс. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_157929/.
5. Постановление Госгортехнадзора РФ «ПБ-06-111-95. Единые правила безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений полезных ископаемых подземным способом» [Электронный ресурс] :от 23.01.1995 N 4) (ред. от 19.02.2004) // КонсультантПлюс онлайн – Некоммерческие интернет-версии системы Консультант-Плюс. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_115114/.
6. Состояние вопроса производства и эксплуатации железнодорожных шпал из различных материалов [Текст] / Т. К. Курьянова, А. Д. Платонов, М. А. Михеевская, Д. А. Паринов и др. // Лесотехнический журнал. – 2017. -Т.7.- № 4 (28). – С. 157-166.
7. Теоретические основы получения модифицированной древесины [Текст] / Т.К. Курьянова, А.Д. Платонов, М. А. Михеевская, С.Н. Снегирева и др. // Лесотехнический журнал. – 2018. -Т.8.- № 1(29). – С. 146-154.
8. Navi, P. Combined densification and thermo-hydro-mechanical processing of wood [Text] / P. Navi, F. Heger // MRS Bull. – 2004. – No. 29. – P. 332-336.
9. Effect of oil impregnation on water repellency, dimensional stability and mold susceptibility of thermally modified European aspen and downy birch wood [Text] // A. A. Sheikh, T. Morén, M. Sehlstedt-Persson, Å. Blom //Journal of Wood Science. –2017. –No. 63. –P. 74-82.
10. Ugolev, B. N. General laws of wood deformation and rheological properties of hardwood // Wood Science and Technology. – 1976. – vol. 10(3). – P. 169-181.

References

1. *GOST* 616-83 *Stoykirudnichnye derevyannye. Tekhnicheskie usloviya*. –Vved. 1983.02.18 [Tekst]. M.: Izda-tel'stvostandartov, 1992. – 8 p.

2. *GOST* 20022.5-93. *Zashchita drevesiny*. *Avtoklavnaya propitka maslyanistymi zashchitnymi sredstvami*. Vved. 1995-01-01. – Minsk :Mezhgos. sovetpostandartizacii, metrologiiisertifikacii, 1994. – 5 p.

3. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 15.04.2014 N 318 (red. ot 31.03.2017) «Ob utverzhdenii gosudarstvennoy programmy Rossiyskoy Federatsii «Razvitie lesnogo khozyaystva» na 2013 – 2020 gody» [Tekst]. M.: Sobraniezakonodatel'stva RF, 2014. N 18 (chast' II), st. 2164

4. PrikazRostehnadzora «ObutverzhdeniiFederal'nyhnorm i pravil v oblasti promyshlenno jbezopasnosti «Pravila bezopasnosti v ugol'nyh shahtah» [Jelektronnyj resurs] :ot 19.11.2013 N 550 (red. ot 08.08.2017) (Zaregistrirovano v Minjuste Rossii 31.12.2013 N 30961) // Konsul'tant Pljus onlajn – Nekom-mercheskieinternet-versiisistemyKonsul'tant-Pljus. – Rezhimdostupa: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_157929/.

5. Postanovlenie Gosgorteh nadzora RF «PB-06-111-95. Edinye pravila bezopasnosti pri razrabot-kerudnyh, nerudnyh i rossypnyhmestorozhdenijpoleznyhiskopaemyhpodzemnymsposobom» [Jelektronnyjresurs] :ot 23.01.1995 N 4) (red. ot 19.02.2004) // Konsul'tantPljusonlajn – Nekommercheskieinternet-versiisistemyKonsul'tant-Pljus. – Rezhimdostupa: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_115114/.

6. *Sostoyanie voprosa proizvodst vaiehks pluataci izheleznodorozhnyh shpalizrazlichnyhmaterialov*[Tekst] / T. K. Kur'yanova, A. D. Platonov, M. A. Miheevskaya, D. A. Parinovidr. // Lesotekhnicheskijzhurnal. – 2017. -T.7.- № 4 (28). – P. 157-166.

7. Teoreticheskieosnovypolucheniyamodifitsirovannoydrevesiny [Tekst] / T. K. Kur'yanova, A. D. Platonov, M. A. Mikheevskaya, S. N. Snegirevaidr. // Lesotekhnicheskiyzhurnal. – 2018. -T.8.- № 1(29). – P. 146-154.

8. Navi, P. Combined densification and thermo-hydro-mechanical processing of wood [Text] / P. Navi, F. Heger // MRS Bull. – 2004. – No. 29. – P. 332-336.

9. Effect of oil impregnation on water repellency, dimensional stability and mold susceptibility of thermally modified European aspen and downy birch wood [Text] // A. A. Sheikh, T. Morén, M. Sehlstedt-Persson, Å. Blom //Journal of Wood Science. –2017. –No. 63. –P. 74-82.

10. Ugolev, B. N. General laws of wood deformation and rheological properties of hardwood // Wood Science and Technology. – 1976. – vol. 10(3). – P. 169-181.

Сведения об авторах

Бурмистрова Ольга Николаевна – заведующий кафедрой технологии и машин лесозаготовок Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ухтинский государственный технический университет», доктор технических наук, доцент; г. Ухта, Российская Федерация; e-mail: oburmistrova@ugtu.net

Михеевская Марина Александровна – старший преподаватель кафедры технологии и машин лесозаготовок Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ухтинский государственный технический университет», г. Ухта, Российская Федерация; e-mail: voronin.mary@yandex.ru

Михеевский Евгений Владимирович – обучающийся IVкурса направления 15.03.02 Технологические машины и оборудованиеФедерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ухтинский государственный технический университет», г. Ухта, Российская Федерация; e-mail: copyright.13@yandex.ru

Information about authors

Burmistrova Olga Nikolaevna– Head of the Chair of Technologies and Machines of logging-wok of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ukhtinsky State Technical University", Doctor of Engineering, Associate Professor; Ukhta, Russian Federation; e-mail: oburmistrova@ugtu.net

Mikheevskaya Marina Alexandrovna–Senior lecturer of the Chair of Technologies and Machines of logging-wok of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ukhtinsky State Technical University"; Ukhta, Russian Federation; e-mail: voronin.mary@yandex.ru

Mikheevskiy EvgeniyVladimirovich– fourth year student of the direction 15.03.02 Technological machines and equipment of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ukhtinsky State Technical University", Ukhta, Russian Federation; e-mail: copyright.13@yandex.ru

DOI: 10.12737/article_5b2406110392b7.04979435
УДК 656*4

РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНЫХ МАРШРУТОВ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ ПО СЕТИ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ

доктор технических наук, профессор **О. Н. Бурмистрова**[1]
кандидат технических наук, доцент **Ю. Н. Пильник**[1]

1- ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет»,
г. Ухта, Российская Федерация

Основной целью управления движением транспортных потоков является эффективное использование существующей сети лесовозных автомобильных дорог с минимальными экономическими и социальными издержками для участников движения. Достижение указанной цели возможно при обоснованном применении методов решения оптимизационных задач адаптированных к реальным условиям функционирования лесовозного автомобильного транспорта. Один из основных типов задач организации перевозок – это оптимизация параметров транспортных сетей с учетом, как эксплуатационных показателей дорог, так и характеристик транспортных потоков, проходящих по ним. Особое внимание при этом уделяется моделям позволяющим решать указанные задачи не только на микроуровне (для отдельных автомобилей или участков дорог), так и на макроуровне, т.е. для оптимизации движения для сетей больших размеров. На микроуровне можно варьировать числом автомобилей и осуществляют движение по оптимальным маршрутам. Задача нахождения оптимальных маршрутов на микроуровне решается по мере вхождения автомобилей в сеть и движения по элементам сети. В то же время необходимо на макроуровне решать задачу оптимального распределения транспортных потоков, т.к. только в этом случае возможно получить решение, которое обеспечивает минимальное время поездки для всех автомобилей, находящихся в сети. При решении задач оптимального распределения транспортных потоков на сети лесовозных автомобильных дорог и маршрутной навигации для транспортных средств встает вопрос назначения критериев выбора наилучших решений. В основу этого заложена необходимость достижения наилучшего значения одной из целевых функций: выполнение транспортной работы с минимальным пробегом (кратчайшим расстоянием), минимальным временем поездки, максимальным использованием возможностей дорожной сети, минимальными экологическими издержками, эксплуатационными расходами и т.д. В статье предложены алгоритмы расчета оптимальных маршрутов на многокритериальной основе и оптимизации распределения транспортных потоков в сети. Перечень основных задач выглядит следующим образом: расчет оптимальных маршрутов от начального до конечного пункта по заданным критериям; расчет оптимальных маршрутов, проходящих через определенные промежуточные пункты; формирование альтернативных маршрутов.

Ключевые слова: система, оптимизация, транспорт, дорога, интенсивность, алгоритм, автомобиль.