

$$U = -7,948 \frac{qb(1+\mu)(1-2\mu)}{2\pi E_0} \left(1 + \frac{\delta_0}{\beta_0} \left(1 - e^{-\beta_0 t} \right) \right),$$

$$W = 7,948 \frac{qb(1-\mu^2)}{\pi E_0} \left(1 + \frac{\delta_0}{\beta_0} \left(1 - e^{-\beta_0 t} \right) \right).$$

Таким образом, пользуясь формулами (18), можно определить полные (общие), возникающие при нагружении перемещения, которые будут включать в себя как упругие, так и остаточные деформации. Причем остаточные деформации будут в грунтах существенно больше упругих.

ЛИТЕРАТУРА

1. Флорин В.А. Основы механики грунтов. Т. I и II. - М.: Госстройиздат, 1959, 1961.
2. Цытович Н.А. Механика грунтов. - М.: Высшая школа, 1973.
3. Безухов Н.И. Основы теории упругости, пластичности и ползучести. - М.: Высшая школа, 1968.

УДК 630^x

Н. П. Вырко, профессор

РАЗВИТИЕ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА КАФЕДРЕ ТРАНСПОРТА ЛЕСА

In this article a looking the questions about development road-transport researches on department forestry transport.

Транспорт леса является одной из основных фаз лесозаготовительного производства. В настоящее время для вывозки леса и его продуктов используется более 113 тыс. км транспортных путей, из которых только 17,5 тыс. км круглогодического действия, или 0,257 км на 100 га покрытой лесом площади, что является недостаточным для интенсивного ведения лесного хозяйства. Для удовлетворения этих потребностей необходимо иметь 0,432 км на 100 га. Чтобы достичь такой густоты дорожной сети, по данным Минлесхоза, необходимо построить более 12 тыс. км, которая в соответствии с планом развития лесного комплекса может быть достигнута к 2015 году.

Строительство и эксплуатация лесных транспортных путей связаны с научным обоснованием организационных, проектных, технологических и финансово-экономических вопросов. Источником таких обоснований были научные исследования, проводимые учеными и инженерно-техническими работниками Беларуси и других республик СНГ.

Большое значение для лесного комплекса имело открытие в г. Гомеле в 1930 г. Белорусского лесотехнического института и кафедры сухопутного транспорта леса, на которой в довоенный период работали известные ученые проф. В. В. Буверт, Д. А. Попов, В. Г. Гастев и др. Ими разработаны основы проектирования и строительства лесотранспортных путей.

Проф. Д. А. Попов совместно со своими сотрудниками написали первый в бывшем СССР учебник по сухопутному транспорту леса, который не потерял актуальности до настоящего времени.

Таким образом, научные исследования лесных транспортных путей в Беларуси начались в 30-х годах на кафедре сухопутного транспорта леса и осуществлялись с учетом особенностей системы ведения лесного хозяйства и специфики лесозаготовительного производства. Большую роль при этом сыграли достижения отечественной науки, в частности труды ученых-дорожников России, Беларуси и других стран СНГ.

В послевоенный период дорожно-транспортные исследования начали интенсивно развиваться, и особенно с открытием в 1953 г. аспирантуры по сухопутному транспорту леса. Началась системная работа по подготовке научных кадров высшей квалификации, решению актуальных проблем сухопутного транспорта леса и дорожного строительства.

В конце 50-х - начале 60-х годов стала внедряться хлыстовая вывозка, основоположником которой в Беларуси был проф. Б. Г. Гастев. Ученым проведены исследования динамики лесовозных автопоездов. С его именем связаны исследования колебаний большегрузных автомобильных поездов, получивших отражение в научных трудах. Дальнейшее развитие теории взаимодействия лесовозных автопоездов с транспортными путями принадлежит проф. А. В. Жукову, И. И. Леоновичу. Особенно интенсивное развитие научные дорожно-транспортные исследования получили в 60-х годах, когда кафедру сухопутного транспорта и дорожных машин возглавил профессор И. И. Леонович и когда была открыта НИЛ "Механизация лесоразработок" (1957 г.), в которой имелся дорожный отдел (1965 г.).

Под его руководством на кафедре (В. В. Жуков, В. Д. Мартынихын, К. Б. Абрамович, А. И. Гайдук, Г. Г. Давыдулин, А. Л. Оковитый и др.) и в НИЛ «Механизация лесоразработок» (Н. П. Вырко, Т. К. Богданович) проводились теоретические и экспериментальные исследования с целью обоснования оптимальных конструкций лесных транспортных путей. Осуществлялся поиск новых, преимущественно местных дорожно-строительных материалов, совершенствовались транспортно-технологические схемы и методы работы. Также проводились исследования и осуществлялось внедрение в практику методов стабилизации грунтов с использованием битумных эмульсий, зол уноса, извести и других вяжущих. Для проведения лабораторно-экспериментальных исследований воздействия лесовозного автотранспорта на различные типы дорожных конструкций на кафедре был построен специальный автоматизированный стенд.

При разработке массивов в лесах II группы, к которым относятся леса Беларуси, особое внимание уделяется проблеме транспортного их освоения, так как от ее решения во многом зависит развитие комплексной механизации лесозаготовительных процессов и эффективность капитальных вложений в строительство лесозаготовительных предприятий. Этими вопросами занимались доц. К. Б. Абрамович, Н. Ф. Ковалев, А. М. Чупраков и др. Ими получены аналитические зависимости, которые позволяют находить оптимальное решение вопроса о структуре и густоте дорожно-транспортной сети в различных лесозаготовительных условиях. Профессором Н. П. Вырко предложен метод определения среднего расстояния вывозки леса с учетом наличия дорог общего пользования и расположения лесного массива относительно их, а также дислокации погрузочных пунктов. А. А. Королевым исследованы вопросы оптимизации транспортных маршрутов от мест заготовки древесины к пунктам ее переработки.

Большое место в проводимых кафедрой исследованиях занимала и занимает проблема проектирования земляного полотна и дорожных одежд. Это связано с тем, что лесные транспортные пути, с одной стороны, должны иметь достаточную прочность для пропуска тяжело-весных лесовозных автопоездов, а с другой — имеют ограниченный срок службы, и поэтому на их постройку не могут быть выделены большие капиталовложения.

Кафедрой были проведены исследования с целью оптимизации толщины конструктивных слоев дорожных одежд с учетом изменения физико-механических характеристик материала в зависимости от грунтово-гидрологических и климатических факторов. Для решения

данной проблемы, начиная с 1965 года, профессором Вырко Н. П. впервые для условий Беларуси были проведены исследования водно-теплового режима земляного полотна и дорожных одежд автомобильных лесовозных дорог. В результате установлены закономерности изменения влажности грунта земляного полотна при увлажнении его из боковых канав, что характерно для лесных дорог, предложены практические методы определения расчетных параметров земляного полотна и дорожных одежд. В частности, разработан метод определения глубины промерзания грунтов земляного полотна заданной обеспеченности. В основу данного метода положены составленные им карты изолиний средних максимальных глубин промерзания грунта и коэффициент вариации для Европейской части СНГ. Обоснованы новые расчетные схемы и дана методика определения минимально необходимой высоты земляного полотна лесовозных дорог для различных типов местности по характеру и степени увлажнения. Установлены закономерности влагонакопления и миграции влаги в грунтах земляного полотна и получены математические зависимости для определения расстояния ее перемещения из боковых каналов в тело земляного полотна в зависимости от типа грунта и продолжительности действия источника увлажнения.

Разработан метод расчета величины морозного пучения на основе энергетической теории прочности и модуля деформации грунта земляного полотна на различной глубине. Разработана методика прогнозирования пучинообразования на автомобильных дорогах и дано районирование территории Республики Беларусь по условиям пучинообразования. Проведены теоретические исследования устойчивости откосов высоких насыпей и глубоких выемок, сложенных из упруговязких и идеально пластичных грунтов, и на основании этих исследований разработана методика по расчету коэффициентов устойчивости откосов подтопляемых и неподтопляемых насыпей, которая доведена до практического применения. Вопросами регулирования водно-теплового режима с использованием нетканых синтетических материалов занимался доцент П. А. Лыщик. Им с учетом зарубежного опыта даны рекомендации по строительству лесовозных дорог на слабых грунтах. Результаты проведенных исследований нашли отражение в монографии И. И. Леоновича, Н. П. Вырко «Механика земляного полотна», в ряде учебных и методических пособий, в периодической печати – «Лесной журнал», журналы «Лесная промышленность», «Автомобильные дороги», в тематических межведомственных сборниках и других изданиях.

Т. К. Богданович доказала возможность применения метода гидродинамического моделирования для определения скорости осадки насыпи, возведенной на слабом водонасыщенном основании. Ею даны рекомендации по использованию данного метода для прогноза интенсивности осадки насыпей на слабом основании, по проектированию и строительству дорог на болотах. Определены деформативные свойства некоторых грунтов с учетом фактора времени. Большое внимание уделялось теоретическим и экспериментальным исследованиям работы дорожных одежд под воздействием подвижных нагрузок. Эти исследования принадлежат профессорам И. И. Леоновичу, А. В. Жукову, доц. В. В. Жукову, К. Б. Абрамовичу, Ю. Г. Бабаскину, П. С. Бобарыко, А. И. Гайдуку, Г. Г. Давыдулину, Г. С. Корину, Л. А. Федорову, Л. Р. Мытько и др. Результаты исследований нашли отражение в опубликованной работе «Пособие по расчету земляного полотна автомобильных лесовозных дорог на слабых грунтах», 1973 г. Профессором И. И. Леоновичем в числе первых в стране был предложен метод расчета дорожной конструкции с учетом работы ее упруговязкой стадии и совместно с доцентами С. С. Макаревичем и А. П. Лашенко проведены теоретические и экспериментальные исследования. Решены задачи по определению посадок, нормальных и касательных напряжений однородного и слоистого упруговязкого полупространства. Для описания процесса деформирования использованы реологические модели Фойгта, «типичного тела» и др. Результаты исследований изложены в методическом пособии И. И. Леоновича, С. С. Макаревича, А. П. Лашенко «Применение реологических моделей к расчету дорожных одежд, 1971 г.», а для практических целей составлены ЭВМ программы. Проф. Вырко Н. П. совместно с доц. С. С. Макаревичем были продолжены теоретические исследования напряженно-деформированного состояния упруговязкого полупространства под воздействием автотранспорта с использованием линейной теории наследственной ползучести Больцмана-Вольтерры.

Исследования способов укрепления грунтов вяжущими материалами принадлежат И. И. Леоновичу, Ю. Г. Бабаскину, В. В. Жукову, Г. Г. Давыдулину, А. И. Гайдуку, Б. И. Врублевскому, А. Л. Оковитому, а использование аглопорита для изготовления железобетонных плит — П. С. Бобарыко. Также разработаны новые составы дорожных эмульсий на минеральных эмульгаторах, способы укрепления грунтов местными вяжущими материалами, определены размеры введения вяжущих в грунт для получения дорожной одежды заданной прочности, составлены технологические схемы и карты и отработана технология

строительства дорог из укрепленных грунтов, аглопоритожелезобетонных плит и отходов лесозаготовительного производства. Р. И. Мирончиковым выполнены значительные исследования по строительству автомобильных дорог на болотах с устройством свайных оснований. Доц. Ю. Г. Бабаскиным разработан способ укрепления грунта поверхностным инъецированием. Разработанная для этих целей дорожная машина защищена авторским свидетельством на изобретение.

И. И. Леоновичем, Л. Р. Мытько, П. С. Бобарыко, Л. А. Федоровым, Г. С. Кориным проведены исследования напряженно-деформированного состояния дорожных одежд различных конструкций под воздействием подвижной нагрузки. Разработаны рациональные типы и определены условия и технико-экономические показатели применения дорожных одежд, установлено влияние на их работу тяжелых и сверхтяжелых автомобилей, даны рекомендации по уточнению методики расчета дорожных конструкций. Изучением микропрофиля автомобильных лесовозных дорог и взаимодействия автомобиля с дорогой занимались К. Б. Абрамович, А. В. Жуков, И. И. Леонович. На основании теоретических и экспериментальных исследований получены математические зависимости, характеризующие изменение скорости движения автопоезда, расход мощности и транспортной составляющей от ровности гравийного покрытия. Получены графические зависимости изменения степени ровности во времени. Вопросы эксплуатации автомобильных дорог изложены в учебных пособиях «Эксплуатация лесных дорог», 1972 г. (авторы И. И. Леонович, А. Л. Оковитый), «Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения», 1988 г. (авторы И. И. Леонович, Н. П. Вырко и др.), исследованы в монографии «Колебания транспортных машин», 1973 г. (авторы А. В. Жуков, И. И. Леонович) и др.

В. Д. Мартынихиным проведен комплекс научных исследований проблем канатного транспортного леса, подвижного состава и дорожных машин. В результате предложены новые виды лесотранспортных канатных установок, конструкции рифленых блоков и катков, которые были изготовлены и испытаны в производственных условиях и показали, что срок службы канатов увеличивается в несколько раз. Им предложен многосвязный автопоезд с двухъярусным прицепом для перевозки хлыстов, а также складывающийся кузов лесовозного автомобиля для перевозки сыпучих грузов в порожняковом направлении. С учетом специфики лесовозного транспорта проф. И. И. Леоновичем были проведены исследования соответствия параметров лесовозных

дорог типу и конструкции подвижного состава. Все это позволило обосновать расчетное значение руководящего подъема, ширину земляного полотна и число полос движения в различных условиях лесоэксплуатации, разработать графический метод определения ширины проезжей части на прямых участках, участках, прилегающих к круговым кривым.

В связи с переходом в 1980 году проф. И. И. Леоновича на работу в Белорусскую политехническую академию, кафедра сухопутного транспорта леса и дорожных машин и кафедра водного транспорта леса были объединены в одну – транспорта леса (зав. каф. проф. С. Х. Будька). В 1984 г. зав. кафедрой транспорта леса был избран проф. Н. П. Вырко. На кафедре были продолжены начатые в предыдущие годы научные исследования и направлены на решение проблемы усовершенствования методов расчета, проектирования и способов строительства автомобильных лесовозных дорог в условиях интенсивного ведения лесного хозяйства. Тематика научных исследований была включена в государственные научно-технические программы «Древесные ресурсы», «Лес-экология и ресурсы», «Леса Беларуси». В выполнении исследований принимали участие научные сотрудники кафедры и научно-исследовательской лаборатории: Н. П. Вырко, П. С. Бобарыко, О. С. Бурмейстер, Г. И. Касперов, Г. С. Корин, П. А. Лыщик, М. Т. Насковец, С. Ф. Рапинчук, А. П. Лашенко, И. И. Тумашик, А. А. Королев, аспиранты С. В. Ярмолик, А. М. Лось, С. В. Ращупкин. Данные исследования были направлены на использование отходов промышленности, геотекстилей и низкосортной древесины в строительстве лесовозных автомобильных дорог и подъездных путей.

Н. П. Вырко, Г. И. Касперовым проведены исследования о возможности применения гидролизного лигнина в дорожном строительстве. На основе гидролизного лигнина разработана композиция (гидролизный лигнин + минеральный наполнитель + вяжущее), которая рекомендована для применения в качестве теплоизоляционных прослоек. Проведены исследования напряженно-деформированного состояния дорожной конструкции, содержащей теплоизоляционные прослойки на основе гидролизного лигнина и других отходов промышленности. Разработаны дорожные конструкции для лесовозных автомобильных дорог с различным объемом вывозки древесины. Доц. П. А. Лыщиком и аспирантом А. К. Гармазой проведены работы по использованию геотекстиля при строительстве подъездных путей лесотранспорта.

Доцентами Л. Р. Мытько и М. Т. Насковцом разработаны и исследованы сборно-разборные дорожные покрытия из низкосортной древесины для временных лесовозных дорог, защищенные авторскими свидетельствами на изобретение.

На протяжении всего периода ведения научных исследований кафедра имела связи с учеными Финляндии, Чехословакии, Болгарии, Польши, России, Украины, Литвы, Латвии и другими. Так, в настоящее время с Варшавским научно-исследовательским институтом «Дорог и мостов» заключен договор о совместном проведении исследований по совершенствованию конструкций и методов расчета транспортных сооружений с целью снижения энергоемкости технологических процессов, защиты окружающей среды и других факторов, а с Варшавской сельскохозяйственной академией – о транспортном освоении лесных массивов.

В заключение следует отметить, что на протяжении 70-летнего периода дорожно-транспортные исследования и разработки внедрены в производство, а также нашли отражение в изданных сотрудниками кафедры и научно-исследовательской лаборатории научных трудах. Ими издано более 500 научных трудов, получено 108 авторских свидетельств на изобретения и 4 патента. Написано два учебника «Дорожное грунтоведение с основами механики грунтов», 1977 г. (авторы Н. П. Вырко, И. И. Леонович), «Сухопутный транспорт леса», 1987 г. (автор Н. П. Вырко), которые вошли в учебные программы одноименных курсов и курса «Проектирование, строительство и эксплуатация лесовозных дорог» как обязательные. Издано 24 учебные и методические пособия: И. И. Леонович «Автомобильные лесовозные дороги», 1965 г., И. И. Леонович «Строительство лесных дорог», 1970 г., И. И. Леонович, Н. П. Вырко, В. Д. Мартынихин и др. «Дороги и транспорт лесной промышленности», 1979 г., Н. П. Вырко, И. И. Леонович «Практикум по дорожному грунтоведению», 1980 г. и другие.

В настоящее время и на перспективу научным направлением кафедры является «Разработка научно-практических основ транспортного освоения лесных массивов, проектирования, строительства и эксплуатации лесных дорог в условиях Беларуси».

70-летний юбилей БГТУ сотрудники кафедры транспорта леса встречают с уверенностью, что лесная дорожно-транспортная сеть Республики Беларусь будет и дальше интенсивно развиваться, обеспечивая тем самым рациональное использование и систематическое воспроизводство лесных ресурсов, естественного богатства страны.