

теплопроводности снежного покрова, является температура -10°C , а зависимости коэффициента теплопроводности снежного покрова от плотности надежно описываются уравнениями 2-го порядка.

3. Экспоненциальная зависимость величины проникновения фронта отрицательных температур под утепляемый слой несущественно зависит от гранулометрического состава грунта; основным параметром является влажность грунта.

Литература

1. Гордиенко А.А., Бердюк Г.П. Из опыта сооружения земляного полотна в зимних условиях // Транспортное строительство. 1969. № 10. С. 5-7
2. Дружинин С.А., Чешков В.М. Предохранение грунтов от промерзания при помощи воздушно-водяной пеноизоляции // Колыма. 1969. №1. С. 13-14.
3. Тяжелов Б.П., Шпинко Е.В. Земляные работы в зимних условиях. М.: Госстройиздат, 1956. 165 с.

4. Камышев Л.А., Нетреба Н.Н. Мелиоративные работы в зимнее время. М.: Россельхозиздат, 1974. 120 с.

5. Родин И.И., Соколов Л.К. Основы проектирования многоковшовых экскаваторов непрерывного действия. Красноярск: Изд-во Краснояр. ун-та, 1987. 224 с

6. Технические условия. Поропласты композиционные: ТУ 2254-001-02067876-2009 / В.М. Мелкозеров, С.И. Васильев, А.Я. Вельп. (введ. 28.12.2009).

7. Эффективный способ защиты от промерзания глин в карьерах / А.В. Киселев [и др.] // Цемент. 1881. № 8. 1881. С. 4-5.

8. Разработка сезонномерзлых грунтов Восточной Сибири траншейными экскаваторами: монография / С. И. Васильев [и др.]; Сиб. федер. ун-т. Красноярск, 2010. 139 с.

9. Композиция для карбамидного пенопласта: пат. 2411267 Рос. Федерация. № 2009127199; заявл. 14.07.09; опубл. 10.02.11, Бюл. 2011. № 4. 4 с. :ил.

УДК 630*532.5

С.М. Базаров, С.В. Белокобыльский, О.А. Куницкая

К УПЛОТНЕНИЮ МАТЕРИАЛА ДРЕВЕСИНЫ ПУТЕМ ЕГО ПРЕССОВАНИЯ

Построена аналитическая модель уплотнения материала древесины как упругого тела с капиллярно-пористой структурой, заполненной жидкостью; уплотнение определяется вытеканием жидкости, которое носит вязкий и фильтрационный характер.

Ключевые слова: упругость, вязкость, время, напряжение, скорость.

Введение. Перспективным направлением получения материалов с новыми физико-механическими свойствами является пропитка древесины растворами и сплавами полимеров с последующим прессованием, фиксацией формы и сушкой. Проницаемое пространство материала древесины представляет собой сложную капиллярно-пористую структуру, образованную различного рода клетками [1]. Поэтому феноменологическую модель движения жидкости в этой структуре и ее истечение из материала можно представить, как суперпозицию структурированного (капиллярного) и деструктурированного (пористого) течений. При движении жидкости в материале древесины под действием силовых полей силы трения превосходят силы инерции и происходят при малых числах Рейнольдса.

На основании статистической функции распределения капилляров по размерам в древесине $f(r)$ можно определить осредненную структуру

$$r_c^2 N = \int r^2 f(r) dr, \quad N = \int f(r) dr$$

и представить ползущее истечение жидкости из древесины в процессе уплотнения.

Результаты исследования. Основное допущение, принятое при построении математической модели уплотнения материала древесины, пропитанного жидкостью, сводится к тому, что напряжения вызывают упругую деформацию скелета пространственной структуры, а процесс уплотнения обусловлен истечением жидкости в результате ее отжатия, происходящим по закону вязкого течения Ньютона для капилляров и закону фильтрации Дарси для пор.

Упругой составляющей структуры древесины соответствует закон деформации

$$\varepsilon = a \sigma, \quad (1)$$

здесь ε – относительная деформация, параметр $a = E^{-1}$, E – модуль упругости, σ – напряжение.

Течение жидкости в капиллярно-пористой структуре опишем представлением

$$V = -(r_c^2 \delta^{-1} \mu^{-1} n_k + k \gamma^{-1} n_m) (dp/dx), \quad (2)$$

здесь μ – вязкость, k – коэффициент фильтрации, n_k – удельная проницаемость капиллярной струк-

туры, n_n – удельная проницаемость пористой структуры, p – давление, γ – удельный вес жидкости, x – координата перемещения, удельная проницаемость материала древесины

$$n = n_k + n_n.$$

Введем суперпозиционный коэффициент течения для капиллярно-пористой структуры

$$K = r^2_c 8^{-1} \mu^{-1} n_k + k \gamma^{-1} n_n \quad (3)$$

и перепишем (2) в виде

$$V = -K (dp/dx). \quad (4)$$

Упругой деформации древесинного скелета соответствует выражение

$$\varepsilon = \partial w / \partial x = a \sigma, \quad (5)$$

где w – перемещение скелета вдоль x в процессе прессования.

Введем скорость перемещения скелета $\partial w / \partial t$, определяющую скорость уплотнения материала древесины, и перепишем (4) в виде

$$V = \partial w / \partial t = -K (dp/dx). \quad (6)$$

Из условия равновесия

$$\partial \sigma / \partial x + \partial p / \partial x = 0$$

и выражений (5) и (6) следует дифференциальное уравнение

$$K a^{-1} \partial^2 w / \partial x^2 = \partial w / \partial t, \quad (7)$$

или

$$v \partial^2 w / \partial x^2 = \partial w / \partial t, \quad (8)$$

где $v = K a^{-1}$.

После дифференцирования (8) по времени получаем уравнение для скорости истечения жидкости из материала древесины и соответственно скорости его уплотнения

$$v \partial^2 V / \partial x^2 = \partial V / \partial t. \quad (9)$$

Наряду с дифференциальным уравнением для скорости уплотнения древесины (9) можно на

основании (8) и (5) путем дифференцирования (8) по x получить дифференциальное уравнение для нормальных напряжений, возникающих в материале древесины в процессе ее прессования –

$$v \partial^2 \sigma / \partial x^2 = \partial \sigma / \partial t, \quad (10)$$

а также, с учетом (1), уравнение относительной деформации

$$v \partial^2 \varepsilon / \partial x^2 = \partial \varepsilon / \partial t. \quad (11)$$

Решение (11) можно записать в виде

$$(\varepsilon - \varepsilon_0) = (1 - \varepsilon_0) [1 - 2 \pi^{-1/2} \int \exp(-\lambda^2) d\lambda], \quad (12)$$

в котором ε_0 – асимптотическая степень сжатия, обусловленная упругостью древесного скелета материала согласно (1), переменная $\lambda = 1/2 x / (vt)^{1/2}$

Для полностью капиллярной структуры материала, согласно (3), коэффициент истечения

$$K = r^2_c 8^{-1} \mu^{-1} n,$$

для полностью пористой структуры он равен

$$K = k \gamma^{-1} n.$$

Выполненные аналитические построения процесса уплотнения материала древесины на основе его представления как упругой древесной структуры, у которой проницаемое капиллярно-пористое пространство заполнено несжимаемой жидкостью, позволяют представить динамическую картину протекания процесса прессования и формулировать основные параметры состояния технологического процесса получения материалов с новыми физико-механическими свойствами.

Литература

1. Пятакин В.И., Тишин Ю.Г., Базаров С.М. Техническая гидродинамика древесины. М.: Лесн. пром-ть, 1990. 304 с.

УДК 631.3.001.4:658

Ю.И. Беленький, С.П. Рыков, Г.К. Парфенопуло

К СТРАТЕГИИ ЭФФЕКТИВНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН НА ОСНОВЕ ВЕРОЯТНОСТНОЙ МОДЕЛИ

На основе представления относительной вероятности как разности вероятностей безотказной работы и отказа определяется время эффективной эксплуатации комплексов машин.

Ключевые слова: относительная вероятность, тестирование, время, цикл, работа.

Введение. Рыночные условия развития лесозаготовительного производства обуславливают необходимость высокопроизводительного и надежного использования техники. Надежность характеризуется безотказностью, долговечностью, ремонтпригодностью и сохранностью, которые должны поддерживаться и обеспечиваться в течение всего срока эксплуатации машин. В процессе эксплуатации машин высокое качество технического обслуживания и тестирование обеспечива-

ют эффективную работоспособность систем машин лесозаготовки.

Производство лесоматериалов выполняется комплексами механизмов, машин и оборудования, которые последовательно выполняют необходимые дискретные технологические операции, поэтому критерии их эффективной работоспособности как у взаимосвязанных дискретных статистических систем определяются на основе теории марковских цепей.