

УДК 625.768.5

В. П. Баранчик, доктор технических наук, профессор;

М. Ф. Закиров, кандидат технических наук, доцент;

Н. А. Кибардина, магистрант

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКВИВАЛЕНТНЫХ ПРОЦЕССОВ РЕЗАНИЯ АНИЗОТРОПНЫХ СРЕД ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СМЕННЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ МАШИНЫ

Предложена методика определения параметров эквивалентного процесса резания анизотропной среды сменными рабочими органами машины на основе данных, полученных для частного случая. Методика позволяет реализовывать оптимальные по энергоёмкости режимы резания среды при использовании сменных рабочих органов машины. В качестве примера приведены номограммы оптимальных углов косо́го резания снега, основой для которых послужила база данных о предельных состояниях снега при лобовом резании плужным снегоуборщиком.

Ключевые слова: анизотропная среда, снег, снегоуборщик, лобовое резание, косо́е резание

Процессы взаимодействия рабочих органов строительных машин с внешней средой в настоящее время исследуются с применением физического моделирования, на основе которых составляются регрессионные уравнения математической модели. Ясно, что такая модель справедлива лишь для частного случая эксперимента. При этом параметрами оптимизации могут быть лишь независимые переменные. Если нужно определить влияние на критерий оптимизации какого-либо иного параметра, то надо связать этот иной параметр с критерием оптимизации непосредственно или через величину, однозначно связанную с критерием оптимизации. Фактически это означает необходимость введения в математическую модель дополнительной переменной. Задача значительно упрощается, если дополнительная переменная неявно содержится в величине, однозначно связанной с критерием оптимизации.

При оптимизации процесса резания снега критерием оптимизации является энергоёмкость процесса, численно равная коэффициенту сопротивления копанью, значение которого зависит от состояния среды, типа рабочего органа и условий резания (лобовое, угловое, свободное, стесненное, комбинированное). Единственным управляемым параметром, который оказывает наибольшее влияние на критерий оптимизации, является угол резания [1]. Критерий оптимизации не входит явно в уравнения математической модели, но однозначно связан с относительной величиной вертикальной составляющей в общем сопротивлении резанию P_v/R , где P_v – вертикальная составляющая силы резания; R – общее сопротивление резанию.

Зависимость оптимального угла резания α от величины P_v/R приводится в виде графиков для различной плотности ρ и толщины стружки h [1, 2]. Аналитические зависимости при этом отсутствуют ввиду сложных и неоднозначных взаимовлияний факторов и параметров процесса на критерий оптимизации.

Была выдвинута гипотеза, что величина P_v/R может быть использована также и при оптимизации косо́го резания снега, с той лишь разницей, что из-за дополнительного трения в горизонтальной плоскости увеличивается R и снижается P_v/R . С целью проверки гипотезы были проведены соответствующие эксперименты по косо́му резанию [3] на режимах лобового резания [2]. Отношение значений P_v/R , полученных для косо́го и лобового режимов резания, можно считать поправкой при определении эквивалентного режима косо́го резания. Графики для определения оптимальных углов косо́го резания снега плужным снегоуборщиком приведены на рис. 1–6.

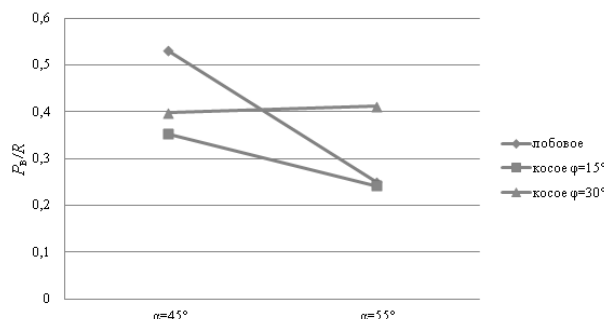


Рис. 1. Оптимальные углы косо́го резания снега $\rho = 400 \text{ кг/м}^3$ при толщине стружки $h = 25 \text{ мм}$

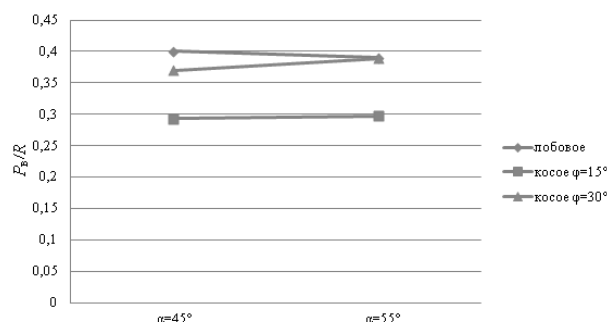


Рис. 2. Оптимальные углы косо́го резания снега $\rho = 550 \text{ кг/м}^3$ при толщине стружки $h = 25 \text{ мм}$

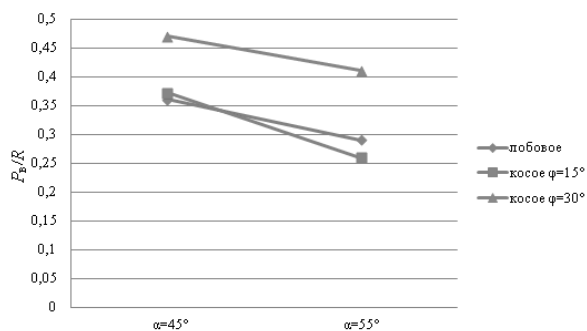


Рис. 3. Оптимальные углы косого резания снега $\rho = 400 \text{ кг/м}^3$ при толщине стружки $h = 50 \text{ мм}$

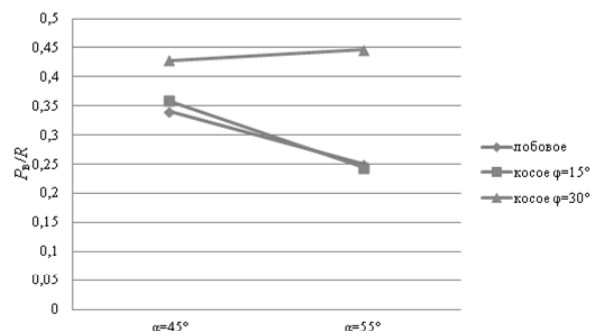


Рис. 5. Оптимальные углы косого резания снега $\rho = 400 \text{ кг/м}^3$ при толщине стружки $h = 70 \text{ мм}$

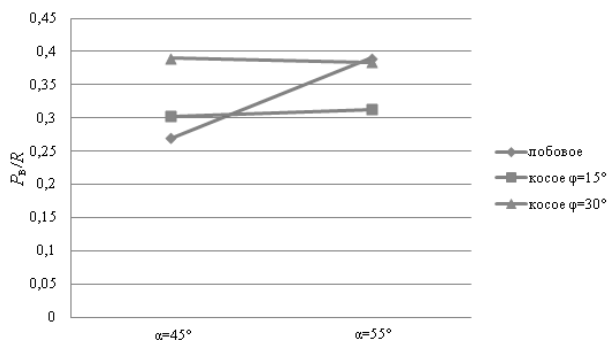


Рис. 4. Оптимальные углы косого резания снега $\rho = 550 \text{ кг/м}^3$ при толщине стружки $h = 50 \text{ мм}$

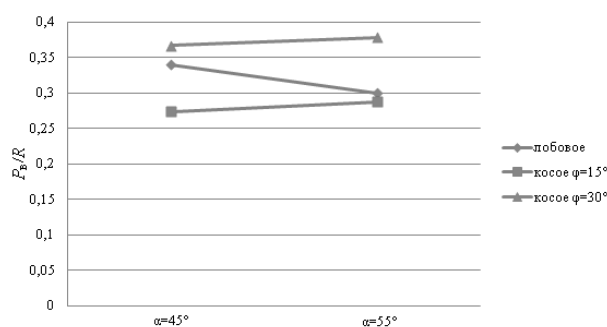


Рис. 6. Оптимальные углы косого резания снега $\rho = 550 \text{ кг/м}^3$ при толщине стружки $h = 70 \text{ мм}$

Анализируя влияние угла φ косого резания снега на энергоёмкость процесса, можно сделать следующие выводы:

– влияние угла косого резания на энергоёмкость процесса неоднозначно, как и влияние угла резания, что объясняется изменением физико-механических свойств снега под действием температуры в зоне резания;

– значения P_b/R при косом резании снега лежат в том же диапазоне, что и при лобовом резании, что позволяет определить значение φ , при котором косое резание эквивалентно лобовому резанию по критерию энергоёмкости.

Подводя итоги проведенного исследования, можно сделать общее **закключение**:

1. Принцип эквивалентности процессов является, по существу, приложением теории подобия к случаю, когда физически однородные процессы объединяет общий количественный показатель качества. В рассмотренном случае таким показателем является значение P_b/R .

2. Использование общего количественного показателя качества процесса резания снега позволяет распространить частные результаты резания плужным рабочим органом на процесс резания другими рабочими органами.

3. Для распространения положений методики на другие среды необходимы геометрические и кинематические зависимости угла резания от формы лезвия конкретного рабочего органа.

Библиографические ссылки

1. Закиров М. Ф. Обоснование параметров процесса резания снега плужным рабочим органом малогабаритного снегоочистителя : дис. ... канд. техн. наук : 05.05.04. – М. : МАДИ, 2012. – 181 с.
2. База данных о предельных напряженных состояниях снега. Паспорт на объект «Ноу-хау» / В. П. Баранчик, В. А. Васильев, М. Ф. Закиров. – Ижевск : ИжГТУ, 2011. – 7 с.
3. Рубцов А. М. Экспериментальное исследование процесса косого резания снега отвалом плужного снегоуборщика : дис. ... магистра : 270100.68-14. – Ижевск : ИжГТУ, 2011. – 100 с.

V. P. Baranchik, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

M. F. Zakirov, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

N. A. Kibardina, Master's degree student, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Determination of equivalent cutting processes of anisotropic media when using replaceable working members of machines

There is a method for determination of characteristics of the equivalent cutting process of anisotropic media with replaceable working members based on the data obtained for the particular case. It allows to implement power intensive optimal conditions of cutting medium when using replaceable working members. Nomograms of optimal oblique snow cutting angles are given as an example. They are based on the database for ultimate snow conditions by frontal cutting with a plough snow cleaner.

Keywords: anisotropic medium, snow, snow cleaner, frontal cutting, oblique cutting