

УДК 674.815-41

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЦЕССА ШЛИФОВАНИЯ ЦЕМЕНТНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ АБРАЗИВНЫМИ КРУГАМИ

А. В. ЯКУБОВСКИЙ, И. И. ХРОМЧАК, Б. И. БЕРНАР

Львовский лесотехнический институт

Выпускаемые нашей промышленностью цементно-стружечные плиты (ЦСП) имеют значительную разнотолщинность. Согласно ГОСТ 26816—86, точность изготовления нешлифованных ЦСП должна составлять:

толщина, мм	допуск ЦСП-1, мм	допуск ЦСП-11, мм
8...10	±0,6	±0,8
12...16	±0,8	±1,0
18...28	±1,0	±1,2
30...40	±1,4	±1,6

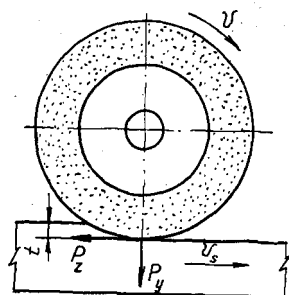
Однако разнотолщинность этих плит, несмотря на передовую технологию их производства, имеет значительный разброс. Так, установлено, что разнотолщинность ЦСП Костромского ОЭЗ, изготавливаемых по технологии фирмы Bison-Werke (ФРГ), составляет как в пределах одной плиты, так и партии плит ±1,2...2,8 мм, что существенно превышает требования ГОСТ.

В связи с наметившейся в последнее время тенденцией к выпуску ЦСП повышенного качества, отделанных современными материалами, в частности, для изготовления деталей встроенной мебели, среднего слоя паркетной доски и др., значительно возросла актуальность повышения точности плит в размер по толщине. В результате анализа существующих способов калибрования плит, а также принимая во внимание высокую стоимость и дефицитность импортных шлифовальных лент, используемых для калибрования плитных материалов, нами предложено применять для этой цели жесткий абразивный инструмент, разработанный во Львовском лесотехническом институте.

Учитывая значительную энергоемкость процесса абразивной обработки плит, мы выполнили исследования по изучению силовых зависимостей при шлифовании ЦСП. Для измерения нормальной  $P_y$  и тангенциальной  $P_z$  составляющих силы резания использовали динамометр УДМ-100, сигналы от которого поступали на тензотрический усилитель УТ 4-1 и светолучевой осциллограф Н 117/1, где записывались на фотобумагу. Опыты выполняли на экспериментальной установке (с бесступенчатым регулированием скорости вращения шпинделя), созданной на базе плоскошлифовального станка модели 371 М-1. Образцы из ЦСП обрабатывали при перемещении стола, приводимого в движение системой гидропривода.

Для исследований применяли абразивные круги из карбида кремния черного, зернистостью 63...160 (коэффициент зернистости 0,1...0,5) на эпоксидно-фенольной связке, объемное содержание которой изменялось в диапазоне 15...23 %. Номер структуры кругов варьировали от 7 до 3 (объемное содержание абразива 48...56 %).

Рис. 1



Режимы обработки изменяли в следующих диапазонах: скорость резания 21...33 м/с, скорость подачи 8...16 м/мин, толщина съема за проход 0,3...0,9 мм.

Принципиальная схема процесса шлифования абразивным кругом с указанием векторов измеряющихся сил приведена на рис. 1.

Исследования по определению энергетических показателей процесса калибрования ЦСП выполняли в соответствии с матрицей В-плана с полным факторным планом (ПФП) в ортогональной части. Выходными величинами являлись значения  $P_y$  и  $P_z$ , приведенные к 1 мм ширины образца. После реализации программы расчета коэффициентов уравнения регрессии на ЭВМ ЕС-1022 получены математические модели, которые в натуральных обозначениях факторов имеют вид:

для нормальной составляющей

$$P_y = 99,45 - 32,49t + 0,76v - 2,02v_s - 0,74V_c - 3,32V_3 + 2,69k_z - 0,37tv + 0,83tv_s + 0,8tV_c + 0,44tV_3 + 5,5tk_z - 0,016vv_s - 0,1vV_c - 0,01vV_3 - 0,125vk_z + 0,026v_sV_c + 0,036v_sV_3 + 0,4v_s k_z - 0,009V_cV_3 - 0,14V_c k_z + 4,222t^2 + 0,0313V_c^2 + 0,0331V_3^2; \quad (1)$$

для тангенциальной составляющей

$$P_z = 55,09 - 19,41t + 0,44v - 1,16v_s - 0,334V_c - 1,96V_3 + 1,74k_z - 0,21tv + 0,48tv_s + 0,45tV_c + 0,26tV_3 + 3tk_z - 0,009vv_s - 0,006vV_c - 0,004vV_3 - 0,075vk_z + 0,015v_sV_c + 0,021v_sV_3 + 0,24v_s k_z - 0,006V_cV_3 - 0,088V_c k_z + 3t^2 + 0,0163V_c^2 + 0,0188V_3^2. \quad (2)$$

В уравнениях (1), (2) обозначено:

- $t$  — толщина съема за проход, мм;
- $v$  — скорость резания, м/с;
- $v_s$  — скорость подачи, м/мин;
- $V_c$  — объемное содержание связки, %;
- $V_3$  — объемное содержание абразива, %;
- $k_z$  — коэффициент зернистости.

На рис. 2—7 представлены зависимости  $P_y$  и  $P_z$  от варьируемых факторов, построенные в результате подстановки значений в уравнения (1) и (2).

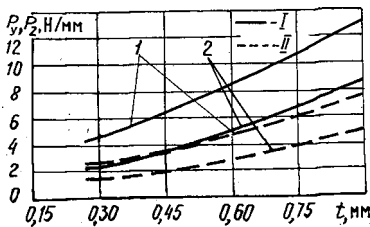


Рис. 2. Зависимость составляющих силы резания  $P_y$  и  $P_z$  от толщины съема  $t$ : I —  $P_y$ ; II —  $P_z$ ; 1 —  $v = 21$  м/с; 2 —  $v = 33$  м/с;  $v_s = 12$  м/мин;  $V_c = 19$  %;  $V_3 = 52$  %;  $k_z = 0,3$

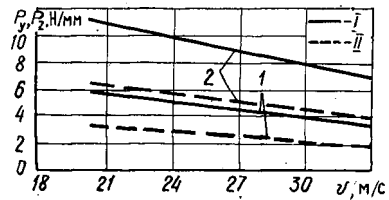


Рис. 3. Зависимость составляющих силы резания  $P_y$  и  $P_z$  от скорости резания  $v$ : I —  $P_y$ ; II —  $P_z$ ; 1 —  $v_s = 8$  м/мин; 2 —  $v_s = 16$  м/мин;  $t = 0,6$  мм;  $V_c = 19$  %;  $V_3 = 52$  %;  $k_z = 0,3$

Из анализа графических зависимостей можно заключить, что с увеличением толщины снимаемого слоя (рис. 2) составляющие силы резания возрастают. Эти зависимости имеют нелинейный характер: с увеличением толщины съема силы возрастают более интенсивно.

С повышением скорости резания и скорости подачи, при прочих равных условиях, значения  $P_y$  и  $P_z$  изменяются по зависимостям, представленным на рис. 3, 4.

Применение абразивного инструмента с большим содержанием связки и абразива приводит к увеличению составляющих сил резания. Силы  $P_y$  и  $P_z$  растут по зависимостям, представленным на рис. 5 и 6, что объясняется повышением силы трения, вызванной возрастанием толщины мостиков связки между абразивными зернами.

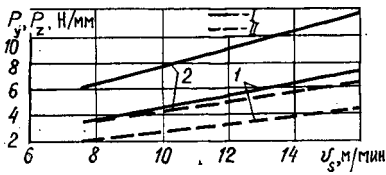


Рис. 4. Зависимость составляющих силы резания  $P_y$  и  $P_z$  от скорости подачи  $v_s$ : I —  $P_y$ ; II —  $P_z$ ; 1 —  $V_c = 15\%$ ; 2 —  $V_c = 23\%$ ;  $t = 0,6$  мм;  $v = 27$  м/с;  $V_3 = 52\%$ ;  $k_z = 0,3$

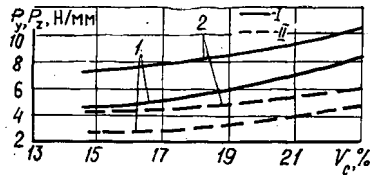


Рис. 5. Зависимость составляющих силы резания  $P_y$  и  $P_z$  от количества связки  $V_c$ : I —  $P_y$ ; II —  $P_z$ ; 1 —  $V_3 = 48\%$ ; 2 —  $V_3 = 56\%$ ;  $t = 0,6$  мм;  $v = 27$  м/с;  $v_s = 12$  м/мин;  $k_z = 0,3$

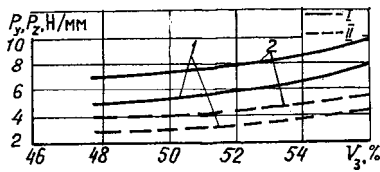


Рис. 6. Зависимость составляющих силы резания  $P_y$  и  $P_z$  от количества абразивного зерна  $V_3$ : I —  $P_y$ ; II —  $P_z$ ; 1 —  $k_z = 0,1$ ; 2 —  $k_z = 0,5$ ;  $t = 0,6$  мм;  $v = 27$  м/с;  $v_s = 12$  м/мин;  $V_c = 19\%$

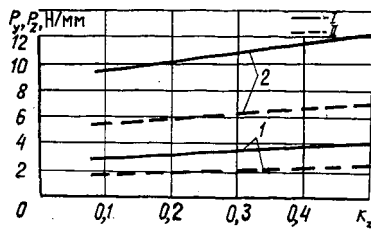


Рис. 7. Зависимость составляющих силы резания  $P_y$  и  $P_z$  от коэффициента зернистости: I —  $P_y$ ; II —  $P_z$ ; 1 —  $t = 0,3$  мм; 2 —  $t = 0,9$  мм;  $v = 27$  м/с;  $v_s = 12$  м/мин;  $V_c = 19\%$ ;  $V_3 = 52\%$

Использование кругов с большим количеством абразива, при прочих равных условиях, на операции калибрования сопровождается увеличением силы резания за счет большей работы, затрачиваемой на измельчение снимаемого слоя материала (рис. 6). Абразивные круги из более крупного зерна требуют больших энергетических затрат (рис. 7). Это, по-видимому, связано с тем, что при правке инструмента более крупные зерна разрушаются с образованием больших площадок, что приводит к росту температуры в зоне резания, способствующей засалке кругов.

С помощью полученных уравнений можно определить составляющие силы резания в зависимости от режима обработки и характеристики инструмента. Так, например, в процессе шлифования ЦСП при скорости резания 27 м/с, скорости подачи 8 м/мин и толщине съема на сторону 0,6 мм абразивным кругом (зернистостью 100, с объемным содержанием зерна и связки 50 и 19 % соответственно) тангенциальная составляющая силы резания, приведенная к 1 мм ширины обрабатываемой поверхности, составит 2,33 Н.

Следовательно, в процессе калибрования полноформатных ЦСП (максимальная ширина 1250 мм) мощность на резание составит около 79 кВт. Из этого можно заключить, что операцию калибрования ЦСП жестким абразивным инструментом можно осуществлять на серийно выпускаемых станках типа ДКШ-1, оснащенных двигателями механизма резания мощностью 100 кВт после соответствующей их реконструкции.

Определенные по уравнениям (1) и (2) значения составляющих силы резания могут служить исходными данными для проведения прочностного расчета инструмента, деталей и узлов оборудования, применяемых для калибрования ЦСП жестким абразивным инструментом.

## ИСТОРИЯ НАУКИ

УДК 630\*902

## КЛАССИК РУССКОГО ЛЕСОВОДСТВА

(К 150-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ  
МИТРОФАНА КУЗЬМИЧА ТУРСКОГО)

3 апреля 1990 г. исполнилось 150 лет со дня рождения профессора Митрофана Кузьмича Турского, вписавшего замечательную главу в историю развития классического отечественного лесоводства.

Митрофан Кузьмич родился в 1840 г. в г. Нарве в семье священника. Учился М. К. Турский в С.-Петербурге. Там он получил среднее образование в духовной семинарии, затем — высшее образование в университете по разряду естественных наук, а в Лесном институте (ныне ЛТА) и в Лисинском учебном лесничестве прошел специальный одногодичный курс лесоводства.



После сдачи государственных экзаменов в декабре 1863 г. М. К. Турский был произведен в чин поручика Корпуса лесничих и назначен в леса Пермской губернии. На протяжении 1867—1869 гг. трудился в Нижегородской губернии. За шесть лет он прошел тернистый путь лесоведа, работая таксатором, лесничим и лесным ревизором.

Преподавательскую и научную деятельность М. К. Турский начал в период работы преподавателем лесных наук Лисинского егерского училища под С.-Петербургом (1869—1876 гг.). К этому времени относятся его первые научные публикации (с 1871 г.). В их числе были «Таблицы по таксации леса», выдержавшие впоследствии 8 изданий. За эти таблицы ему в 1873 г. была присуждена премия Министерства государственных имуществ. В эти же годы М. К. Турский публикует работы по возобновлению леса на вырубках и по таксации леса. Он дает объективную оценку планам лесоустройства, в том числе размерам руб-

бок. В училище он вел кропотливые метеорологические наблюдения, сводки по которым были опубликованы в «Лесном журнале» за 1872—1875 гг. Помимо педагогической и научной деятельности, он принимал активное участие в работе Лесного общества.

Большая трудоспособность, честность в исполнении служебных обязанностей и незаурядный профессиональный кругозор послужили основанием для назначения М. К. Турского в январе 1876 г. (в возрасте 36 лет!) экстраординарным профессором по кафедре лесоводства Петровской земледельческой и лесной академии (ныне ТСХА). Летом того же года он знакомится с ведением лесного хозяйства в Германии, в частности, с лесами восточной Пруссии и Саксонии. Хорошо зная природные особенности лесов России, М. К. Турский пришел к выводу, что слепое подражание деятельности западно-европейских лесничих может привести к неожиданным неудачам, а потому иногда и небезвредно; необходимы собственные приемы лесного хозяйства.

Расцвет научной, преподавательской деятельности и вся дальнейшая жизнь М. К. Турского тесно связаны с Петровской земледельческой и лесной академией. Здесь он создал классические работы по лесному хозяйству. Эти труды явились результатом большой серии стационарных лесоводственных опытов в Лесной опытной даче академии, имеющих и ныне как научное, так и практическое лесохозяйственное назначение. К последним относятся классические экспериментальные опыты по географическим культурам (с 1878 г.), густоте посадки культур (с 1879 г.), методам и способам их создания (с 1877 г.), мерам ухода. Многие из этих объектов до сих пор служат студентам в качестве наглядных натуральных пособий классических приемов лесоводства. Им издано «Лесоводство», представляющее собой энциклопедический курс, читанный студентам-агрономам.