

BOLESŁAW GONET

Wpływ ciśnienia i czasu parowania na kurczliwość i pęcznienie drewna bukowego

Влияние давления и времени пропарки на сокращение и набухание буковой древесины

The Influence of Pressure and Time of Steaming on Shrinking and Swelling of Beech

Doniesienie tymczasowe

Jednym ze sposobów uszlachetniania tarcicy bukowej jest konserwacyjno-uszlachetniające parowanie. Jego celem jest, m. in. zmniejszenie kurczliwości i pęcznienia drewna. W literaturze i w praktyce istnieją jednak różnice poglądów co do wpływu parowania na kurczliwość i pęcznienie drewna.

Badania nad zmianami kurczliwości i pęcznienia parowanego drewna prowadzili: Falck i Lutz, Schwalbe i Ender, Kollmann, Kubinsky, Ghelmeziu, Gonet, Perkitny, Ławniczak i Marciniak oraz instytuty badawcze we Francji i Anglii. W wyniku tych badań zarysowała się znaczna różnica poglądów. Szczególnie badania Schwalbego i Endera oraz Kollmanna wykazały znaczne obniżenie pęcznienia drewna w wyniku parowania. Pozostali badacze stwierdzają bądź nieznaczne różnice pęcznienia drewna parowanego i nieparowanego, bądź też wzrost kurczliwości i pęcznienia. Kubinsky odmienne wyniki badań niemieckich tłumaczy nieodpowiednim doбором kontrolnego materiału badawczego.

Z przeglądu literatury wynika, że istnieją duże rozbieżności w ocenie wpływu parowania na kurczliwość i pęcznienie drewna. Te różnice poglądów stanowiły punkt wyjściowy do podjęcia pracy badawczej mającej na celu wyjaśnienie zagadnienia.

Głównym celem pracy było zbadanie wpływu parowania na kurczliwość i pęcznienie drewna bukowego przy zróżnicowanym ciśnieniu i czasie parowania.

Obok głównego celu pracy wykonano badania nad wybranymi zagadnieniami, do których zaliczono zmiany wilgotności i zmiany odkształceń tzw. odprężeniowych pod wpływem parowania drewna.

Materiał badawczy stanowiły próbki drewna bukowego o wilgotności zbliżonej do wilgotności drewna bezpośrednio po ścięciu.

Do badań użyto materiał parowany w autoklawie w warunkach laboratoryjnych oraz materiał parowany w parzelni fabrycznej.

Czas parowania drewna w parzelni fabrycznej, zgodnie z przyjętym schematem produkcyjnym, wynosił 54 godz. dla tarcicy o grubości 40 mm. Był on mniej więcej zgodny z optymalnym czasem parowania ustalonym przez E. i L. Plathów na podstawie ilości wylugowanych związków chemicznych oraz przez Breznjaka, który określał optimum czasu parowania na podstawie zmiany barwy drewna. Parowanie w parzelni fabrycznej stanowiło punkt wyjściowy do ustalenia czasu parowania drewna w warunkach laboratoryjnych.

Badania na materiale parowanym w laboratorium wykonano w przebudowanym do potrzeb badań autoklawie, stosując zmienne ciśnienia i czasy parowania wynoszące 2—16 godz. z odstopniowaniem co 2 godziny.

Dla każdego czasu parowania stosowano ciśnienie 0, 0,5, 1 i 2 atn ciśnienia. Odkształcenia próbek w procesie parowania ustalono na podstawie wymiarów przed i bezpośrednio po parowaniu.

Za miarę kurczliwości i pęcznienia drewna przyjęto jednostkowy skurcz całkowity i jednostkowe pęcznienie całkowite.

Na podstawie analizy uzyskanych wyników badań można sformułować następujące stwierdzenia.

Proces parowania wywiera wpływ na zmianę wilgotności drewna. Ze wzrostem stosowanego ciśnienia parowania wzrasta spadek wilgotności drewna. Natomiast wpływ czasu parowania na spadek wilgotności nie uwidocznił się w wyraźny sposób.

Wyrażany w literaturze pogląd, że drewno parowane w stanie świeżym osiąga po parowaniu poziom wilgotności około 40% nie potwierdził się; średnia wilgotność drewna po parowaniu zamykała się w granicach 54—100%. Stwierdzenie to odnosi się również do drewna parowanego w parzelni fabrycznej.

Pod wpływem parowania próbki odkształcają się, wartości odkształceń w kierunku promieniowym są ujemne, w kierunku stycznym dodatnie. Na ogół wraz ze wzrostem ciśnienia parowania wzrasta wielkość odkształcenia w kierunku stycznym. Zmniejszeniu odkształceń dodatnich w kierunku stycznym towarzyszy wzrost odkształceń ujemnych w kierunku promieniowym.

Wielkości odkształceń wynosiły: w kierunku promieniowym od $-0,02$ do $-0,55\%$, w kierunku stycznym od $0,64$ do $1,42\%$.

Zaobserwowane zjawisko odkształcania się drewna w czasie parowania należy tłumaczyć, zgodnie z hipotezą Perkitnego, istnieniem w drewnie bukowym naprężeń wzrostowych, które w wyniku parowania ulegają rozładowaniu. Zjawisko odkształcania się drewna wystąpiło przy intensywnym parowaniu laboratoryjnym, nie zaobserwowano go w mniej intensywnych warunkach parowania w parzelni.

Zjawisko odkształcania się drewna pod wpływem gorącej wody i pary wodnej stwierdzono również w badaniach wykonanych w Katedrze Mechanicznej Technologii Drewna WSR w Poznaniu. Wyniki obydwóch badań prowadzonych niezależnie od siebie, pokrywają się w części i uzupełniają.

Parowanie drewna powoduje zwiększenie kurczliwości i pęcznienia drewna.

Wykonana analiza statystyczna w każdym przypadku wykazała istotność współczynnika regresji prostoliniowej, dla części materiału stwierdzono również istotność regresji wyższych stopni. Celem wyznaczenia równań ograniczono się do zależności prostoliniowej. Przyjęto, że przybliżenie prostoliniowe jest dostateczne dla scharakteryzowania wpływu parowania na kurczliwość i pęcznienie drewna, tym bardziej, że w każdym przypadku największa część zmienności układu przypadła na zmienność pierwszego stopnia.

Ze wzrostem ciśnienia i czasu parowania wzrasta wartość całkowitego jednostkowego skurczu i pęcznienia drewna; wzrost w zakresie ciśnień 0—1 atn jest mniejszy niż wzrost przy ciśnieniu 2,0 atn. Stwierdzenie to pozostaje w sprzeczności z badaniami

wykonywanymi przez Kollmanna, wobec jednak innego zakresu prowadzonych przez niego badań wyniki jego nie mogą stanowić materiału w pełni porównywalnego.

Należy pokreślić, że w badaniach dotychczas opublikowanych w literaturze posługiwano się metodyką odmienną od metodyki zastosowanej w niniejszej pracy. Dlatego wyniki nie mogą być ze sobą całkowicie porównywalne.

Wywołany parowaniem wzrost całkowitego jednostkowego skurczu i pęcznienia w kierunku promieniowym i stycznym jest podobny. W drewnie parowanym pęcznienie jest na ogół mniejsze niż skurcz. Różnice są jednak nieznaczne. Ze wzrostem czasu parowania o jedną godzinę w przedziale czasu parowania 2—16 godz. wzrasta całkowity skurcz jednostkowy i pęcznienie w kierunku stycznym i promieniowym średnio: w zakresie ciśnień 0—1 atn o 0,9—1,8%, przy ciśnieniu 2 atn o 3,8—4,8%.

Na ogół w zakresie niższych ciśnień i krótszych okresów parowania istnieje większa prawidłowość zmian jednostkowego skurczu i pęcznienia pod wpływem parowania.

Wyniki uzyskanych badań tłumaczę następująco.

Z najnowszych badań nad zmianami fizyko-chemicznymi drewna wynika, że w procesie parowania drewna następuje rozszczepienie połączenia lignina-węglowodany przy równoczesnym uplastycznieniu ligniny. Runkeł tłumaczy zjawisko uplastycznienia drewna hydrolizą pentozanów na pentozy, które przez furfuroł przechodzą w żywice furfurołowe. Hydroliza pentozanów jest katalizowana przez kationy wodoru powstające w wyniku dysocjacji naturalnych kwasów organicznych wyzwalających się w drewnie w czasie parowania. Fakt powstawania kwasów organicznych w czasie parowania stwierdzili Plathowie.

Ogólnie można stwierdzić, że w wyniku parowania ulegają wyługowaniu pewne frakcje ligniny i pentożany oraz inne związki chemiczne. Częściowe wyługowanie jest możliwe dzięki podwyższeniu rozpuszczalności tych związków spowodowanemu działaniem pary wodnej w podwyższonej temperaturze.

Natomiast w procesie parowania drewna celuloza nie ulega zasadniczo zmianie. Fakt ten może mieć daleko idące konsekwencje. Według badań Nečesane go celuloza i holoceluloza wykazują znacznie większe wartości pęcznienia, a więc i kurczenia się niż drewno. W porównaniu z drewnem bukowym objętościowe spęcznienie celulozy jest w przybliżeniu o 10% większe, a holocelulozy o 90% większe. Analogicznie promieniowe spęcznienie celulozy jest w przybliżeniu o 130%, a holocelulozy o 190% większe niż drewna. Natomiast lignina działa hamująco na wielkość pęcznienia drewna.

Ponieważ w procesie parowania drewna lignina ulega uplastycznieniu oraz częściowemu wyługowaniu, jasne się staje, że w tych warunkach lepsze możliwości kurczenia się i pęcznienia ma nie ulegająca zmianom celuloza.

Badania Nečesane go wykazały również, że pęcznienie celulozy, dzięki udziałowi elementów krystalicznych, przebiega powolniej lecz osiąga większe wartości niż w drewnie. Stwierdzenie to może w pewnym stopniu tłumaczyć odmienne wyniki uzyskane przez Kollmanna i innych.

Stopień wyługowania ligniny i innych związków jest zależny od parametrów parowania. Im ostrzejsze parametry, tym większy stopień uplastycznienia i wyługowania ligniny, a tym samym większy udział bardziej kurczliwej celulozy w drewnie. Wydaje się, że stopień uplastycznienia ligniny odgrywa dużą rolę w przebiegu pęcznienia drewna parowanego. Fakty te mogą w pewnym stopniu tłumaczyć uzyskane wyniki badań.

Takie tłumaczenie zjawisk zachodzących w zmianach kurczliwości i pęcznieniu drewna wywołanych parowaniem stanowi nowe naświetlenie zagadnienia.

Drewno parowane wykazuje w porównaniu z drewnem nieparowanym tendencję do zmniejszenia stosunku jednostkowego skurczu całkowitego w kierunku stycznym

do jednostkowego skurczu w kierunku promieniowym. Tak samo stosunek jednostkowego pęcznienia całkowitego w kierunku stycznym do jednostkowego pęcznienia w kierunku promieniowym wykazuje tendencje do zmniejszenia się. Fakty te, ze względu na mały zakres zmian, nie mają większego znaczenia praktycznego.

Badania wpływu parowania w parzelni na całkowity jednostkowy skurcz i pęcznienie drewna wykazały nieznaczne różnice, bądź wartości równe dla parowanego i nieparowanego drewna.

Badania nad przebiegiem wysychania i nawilżania drewna parowanego w parzelni fabrycznej i nieparowanego wykazały, że:

a) drewno parowane na ogół szybciej wysychało i kurczyło się, a więc osiągało mniejsze wartości wilgotności i jednostkowego skurczu częściowego w kierunku promieniowym i stycznym od drewna nieparowanego,

b) drewno parowane na ogół wolniej nawilżało się i pęczniało od drewna nieparowanego, a więc zachodziło zjawisko odwrotne niż przy wysychaniu.

Z praktycznego punktu widzenia dużą rolę odgrywa kurczenie się i pęcznienie drewna przy desorpcji i adsorpcji w warunkach atmosferycznych, jakie panują w zamkniętych i ogrzewanych pomieszczeniach. Z badań wynika, że różnice między drewnem parowanym w warunkach fabrycznych i drewnem nieparowanym są nieznaczne i w ujęciu praktycznym nie odgrywają istotnej roli.

Na tle wykonanych badań, wiadomości z literatury fachowej oraz własnych doświadczeń można sformułować ogólne wnioski odnoszące się do zagadnienia wpływu parowania na kurczliwość i pęcznienie drewna.

W czasie parowania, a szczególnie w procesie konserwacyjno-uszlachetniającego parowania, istnieją potencjalne możliwości nie zmniejszenia, a zwiększenia się kurczliwości i pęcznienia drewna. Dzieje się to, jak już wspomniałem, wskutek uplastycznienia i wylugowania części ligniny, dzięki temu bardziej pęczniąca i kurcząca się celuloza ma większe możliwości reagowania. Wykazały to jasno wykonane na małych próbkach badania laboratoryjne. Wprawdzie badania wykonane na materiale parowanym w parzelni nie wykazały istotnych zmian w skurczu i pęcznieniu drewna, jednak przyczyną braku zmian mogą być większe wymiary drewna poddanego parowaniu, sposób układania drewna w parzelni („na głucho”) oraz mniej intensywne warunki parowania w parzelni niż w badaniach laboratoryjnych.

Wylugowanie z drewna części substancji wykazujących duże pęcznienie, jak pentozany, nie może mieć zasadniczego znaczenia, gdyż ilości wylugowanych związków są znikome. Mogą one mieć pewne znaczenie w dalszej klimatyzacji parowanego drewna.

Wobec tego istota zagadnienia wpływu parowania na polepszenie jakości drewna nie polega na zmniejszeniu skurczu lub pęcznienia lecz raczej na rozładowaniu naprężeń występujących w drewnie.

Świadczą o tym wyniki moich badań nad odkształcaniem się drewna w procesie parowania oraz wyniki badań wykonanych w Katedrze Mechanicznej Technologii Drewna WSR w Poznaniu.

Fakt, że w praktyce przeznaczone do parowania drewno układa się „na głucho” można tłumaczyć, nieświadomym może, przeciwdziałaniem pęcznieniu się drewna w wyniku wyzwalania się naprężeń w czasie jego parowania. Również obserwowana w praktyce zwiększona ilość pęknięć w wyniku parowania jest przypuszczalnie następstwem istniejących w drewnie naprężeń.

Momenty te pozwalają na wysunięcie hipotezy, że konserwacyjno-uszlachetniający proces parowania powoduje rozładowywanie istniejących w drewnie naprężeń wzrostowych.

Rozładowywanie naprężeń następuje przypuszczalnie w pierwszym okresie parowania, jak to wykazały badania laboratoryjne. Z tego wysnuwam wniosek: aby proces parowania trwał krócej niż dotychczas, natomiast powtarzać go należy po pewnym okresie klimatyzacji. Wpłynie to dodatnio na rozładowanie naprężeń, a także na przyspieszenie nie wyjaśnionego dostatecznie procesu stabilizacji drewna w czasie długotrwałego składowania.

Ogólnie biorąc proces parowania nazwałbym przyspieszonym „dojrzwaniem” drewna, uzyskiwanym w praktyce rzemieślniczej przez długotrwałe składowanie tarcicy przed użyciem do produkcji. Polepszenie własności drewna wskutek długotrwałego składowania polega przypuszczalnie również na rozładowywaniu się wewnętrznych naprężeń w drewnie.

Proponuję również, aby parowanie stosować do innych gatunków drewna liściastego, a nawet do cennych sortymentów drewna iglastego.

Oprócz poruszonych zagadnień parowanie wpływa na inne cechy drewna np. na mechaniczne własności drewna, odporność na działania grzybów, tworzenie się wcistek, zmianę barwy itp. Zagadnienia te wykraczają jednak poza zakres niniejszej pracy.

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 4 stycznia 1963 r.

Краткое содержание

Как в профессиональной литературе (Falck u Lutz, Schwalbe u Ender, Kolmann, Ghelmeziu, Gonet, Perkitny, Ławniczak и Marciniak), а также работы институтов во Франции и Англии), так и в практике, существуют различия взглядов в оценке влияния пропарки на сокращение и набухание буковой древесины. Эти различия взглядов явились исходной точкой для начала исследовательской работы, целью которой является выяснение вопроса.

Исследования проведено на материале пропаренном в лабораторных и заводских условиях. Лабораторная пропарка проведена в автоклаве при применении переменных давлений и продолжительности пропарки. Применялась следующая продолжительность пропарки 2,4,6 и т. д. до 16 часов. Для каждого срока пропарки применялось давление 0, 0,5, 1 и 2 атн. Время пропарки в заводских условиях: — 54 часа. Результаты исследований обработаны статистически.

Автор приходит к следующим выводам.

На ряду с ростом применяемого давления пропарки возрастает падение влажности древесины, в то время как влияние продолжительности пропарки на падение влажности отчётливо не обнаруживается. Средняя влажность древесины после пропарки колебалась в пределах 54 — 100%. В связи с этим, выраженный в литературе взгляд, что древесина в свежем состоянии достигает, после пропарки уровень влажности около 40% не подтверждается.

Под влиянием пропарки образцы деформировались. Величины деформаций в радиальном направлении были отрицательные и составляли от 0,02 до 0,55%, а в касательном направлении была положительной и составляла от + 0,64 до + 1,42%.

Как показали лабораторные исследования, пропарка древесины вызывает увеличение сокращения набухания древесины, при чём увеличение сокращения и набухания зависит от применяемого давления и продолжительности пропарки.

С увеличением продолжительности пропарки на один час, возрастает в пределе времени пропарки с 2 до 16 часов общая единица сокращения и набухания в касательном и радиальном направлении в среднем: в пределах давления 0 — 1 атм. на 0,9 — 1,8% при давлении 2 атм. на 3,8 — 4,8%.

Чаще всего в пределах более низких давлений и более коротких периодов пропарки существует более значительная закономерность изменений единицы сокращения и набухания под влиянием пропарки.

Исследования хода высыхания и увлажнения древесины подвергнутой пропарке в заводских условиях и не пропаренной показали, что;

а) пропаренная древесина вообще быстрее высыхала и сокращалась, чем не пропаренная древесина

в) пропаренная древесина вообще медленнее увлажнялась и набухала, чем не пропаренная древесина, а следовательно происходило явление противоположное высыханию. С практической точки зрения эти различия имеют небольшое значение.

Результаты исследований объясняются автором следующим образом: в процессе пропарки древесины лигнин становится более эластичным и подвергается частичному выщелачиванию, в то время как целлюлоза не подвергается изменениям. По исследованиям Нечесаного целлюлоза и голоцеллюлоза показывают значительно высшую степень набухания, а следовательно и сокращения чем древесина, а в связи с этим увеличиваются возможности реагирования более сокращающейся — а не подвергающейся в процессе пропарки изменениям — целлюлозы.

На основании проведённых исследований автор приходит к выводу, что в промышленных условиях положительное влияние пропарки заключается в разложении имеющих место в древесине напряжений, а не в уменьшении сокращения или набухания. В связи с этим автор считает, что пропарка ускоряет „созревание“ древесины, получаемое в ремесленной практике продолжительным хранением пиловочника на складе перед употреблением его в производстве.

Summary

Both in literature of the subject (Falck and Lutz, Schwalbe and Ender Kolmann, Ghelmeziu, Gonet, Perkitny, Ławniczak and Marciniak as also papers of research institutes in France and England) as in practice, there are divergent views on appraisal of the effect of steaming on shrinking and swelling of beech. These divergences were the starting point for the author in undertaking research work aimed at elucidating the problem.

Tests were performed with wood under laboratory conditions and at the mill on the steaming plant. Laboratory steaming was carried out in an autoclave under varying pressures and lengths of steaming time. Time used for steaming 2, 4, 6 hours and so on. For each time length of steaming, pressures were applied of 0, 0,5, 1 and 2 atmospheres. The period of steaming in mill plant was 54 hours. Test results have been worked out statistically.

The author was led to conclude the following.

In measure with reising steaming pressure the moisture content of wood falls, whereas no influence of the length of steaming time upon the fall in moisture content was evident. The average moisture content of wood after steaming was included within the limits of 54 — 100 per cent. Thus the view expounded in literature that green wood attains after being steamed, the level of some 40 per cent moisture content, was not found to be reaffirmed.

Samples became deformed under the influence of steaming. Deflection values in the radial direction were negative and equalled $-0,02$ to $-0,55$ per cent and were positive in tangential direction equalling from $+ 0,64$ to $+ 1,42$ per cent.

As proved by laboratory tests steaming of wood involves greater shrinkage and swelling, the increased shrinkage and swelling being dependent on applied pressure and time length of steaming.

An increase of one hour in the steaming time produces in the gradient of steaming time 2 to 16 hours, a complete shrinking contraction and swelling per unit in radial and tangential directions averaging with the range of pressures 0—1 atm. by 0,9— $-1,8$ per cent under pressure of 2 atm. by 3,8—4,8 per cent.

In general the regularity of turns of the shrinking contraction and swelling per unit is greater under the influence of steaming within the range of lower pressures and shorter time intervals of steaming.

Tests performed in the steaming plant of the mill for processes of drying up and humidifying wood steamed and unsteamed proved that in general:-

- a) steamed wood dried up and shrunk more rapidly than unsteamed wood:
- b) steamed wood became humidified and swelled more slowly than unsteamed wood, a reversed phenomenon to that of drying. From the practical standpoint these differences are scarcely significant.

The test results are interpreted by the author in the following way.

In the course of the steaming process of wood the lignin becomes plasticized and partly leached whereas the cellulose stays untransformed. As it results from Nečeseny's tests cellulose and holocellulose display much higher values of swelling, therefore also of shrinkage, thus the cellulose is more apt to react because of it being more shrinkable and untransformable in the course of steaming.

Basing on the tests performed, the author comes to the conclusion that under conditions of production the satisfactory influence of steaming consists in the discharge of strains that arise in wood and not in lessening the contraction nor swelling; therefore the author believes that steaming speeds up „the irpeness” of wood, as achieved in craftsmanship practice within the long period of seasoning in the yard of sawnwood before being worked.