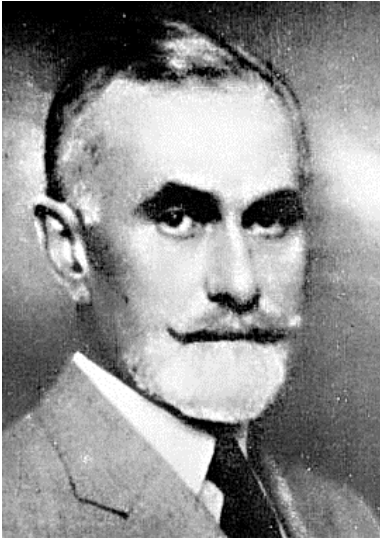


Академик проф. инж.

ЈАКОВ ХЛИТЧИЈЕВ (1886 - 1963) *

Наталија Наерловић-Вељковић



Професор Јаков Матвејевич Хлитчијев рођен је 29. новембра 1886. у Нахичевану на Дону (у бившој царевини Русији), а умро је у Београду 14. априла 1963. [1]. Професор Хлитчијев припада оном делу руске интелигенције која се, бежећи пред ужасима грађанског рата у Русији и пред немилостиву нове власти, населила западно од Русије, обогативши ризницама свога интелекта науку и културу новостворених и старих европских држава, па и Америке.

Ј. М. Хлитчијев је између 1904. и 1911. год. студирао на Петроградском политехничком институту Императора Петра I и на Високој техничкој школи у Берлину [2]. Дипломирао је на Одељењу за бродоградњу Петроградског политехничког института 29. марта 1911. са радом на тему: „Напрезање спољне бродске облоге услед притиска воде”. После дипломирања Ј. М. Хлитчијев се запошљава радећи на пословима бродоградитељства. Главни конструкциони радови Ј. М. Хлитчијева у Бродо-

градилу Министарства морнарице у Петрограду [1] били су: гвоздене конструкције оклопних крстарица од 32.500т грађених између 1912. и 1916. год.; торпедни бродови типа „Демосфен” грађени 1917. год.; трајектор-ледоломац рађен 1916. год.; пет стандардних пароброда за пруге Одеса-Владивосток, Петроград-Одеса, Либава-Њујорк из 1917. год. Међутим, истовремено током 1914. и 1915. год. Ј. М. Хлитчијев учествује на Петроградском политехничком институту у некој врсти последипломске наставе у оквиру које полаже предмете: Теорија еластичности, Наука о чврстоћи, Рационална механика и Хидромеханика. По завршетку овог допунског школовања стиче звање ађункта примењене механике. Ј. М. Хлитчијев је на Петроградском политехничком институту 1912. год. постављен за асистента за предмет Чврстоћа бродова а већ 1913. год. самостално држи наставу из Науке о чврстоћи и Теорије еластичности, а од 1914. год. до 1918. год. је и званично постављен за предавача на тим предметима [1]

1918. год. Ј. М. Хлитчијев напушта Петроград и бива изабран за ванредног професора на Политехничком институту у Херсону (на Дону), где предаје до маја 1919. год. Науку о чврстоћи, Приближни рачун и Грађење бродова [1]. После тога напушта територију бивше Русије. У наставку тога постоји податак [1] о настањењу Ј. М. Хлитчијева у Земуну марта 1920. год. Већ 14. априла 1920. бива постављен за „хонорарног професора за репетиције из Механике и графостатике и из Графостатике и хидраулике” [1]. Међутим, две године касније долази до новог постављења, када добија звање контрактуалног ванредног професора Универзитета у Београду, а

* Објављено у зборнику „Развој науке у области грађевинарства и геодезије у Србији”, (уредници М. Секуловић и Р. Мандић), Грађевински факултет Универзитета у Београду, 1996.

марта 1928. год. прелази, у истом звању, у сталан радни однос. Рад професора Хлитчијева на Универзитету у Београду остваривао се у оквиру Катедре за техничку механику и термодинамику, чији је шеф био професор Иван Арновљевић. Између шефа Катедре и професора Хлитчијева постојала је лепа сарадња, па је Арновљевић уступио Хлитчијеву наставу из Отпорности материјала, издвојивши је из предмета Механика. Овде треба напоменути да је професор Арновљевић још 1910/11.год. написао своје прве „табаке“ из „Науке о чврстоћи“, првобитни назив Отпорности, а 1933.год. издао је и књигу из истог предмета. Своја прва скрипта из Отпорности материјала проф. Хлитчијев издао је 1926.год. под називом „Наука о чврстоћи“, а 1938. издао је своја „Предавања из Теорије еластичности“.

Избор у звање редовног професора започет је процедуром коју је професор Арновљевић покренуо 1932. год. на Савету Техничког факултета, где је одлука у корист избора професора Хлитчијева прошла једногласно. Међутим, због оклевања Министарства просвете поступак је морао да се понови. Упркос свесрдном залагању професора Арновљевића, коначно постављење за редовног професора озваничено је тек Указом Министарства просвете од 8. децембра 1937.год. То су подаци о предатном периоду.

Одмах после Другог светског рата, 1945.год., професор Хлитчијев постаје шеф Катедре за техничку механику, која је обухватала све одсеке Техничког факултета. Ту је функцију задржао и када је Технички факултет постао Техничка велика школа, а ранији одсеци прерасли у факултете. Седиште заједничке Катедре било је на Грађевинском факултету. Тих година професор Хлитчијев предавао је Отпорност материјала и новоуведену Теорију еластичности на Грађевинском факултету, као и предмет Техничка механика на Одсеку за геодезију. Први од поменутих предмета предао је другом наставнику почев од 1947/48. шк.год. Поред ових обавеза у настави на Грађевинском факултету, професор Хлитчијев је на Машинском факултету предавао низ предмета који су сачињавали област механике, а на новооснованом Одсеку за бродоградњу формирао је и предавао Теорију бродских конструкција.

Професор Хлитчијев је активно предавао на Универзитету у Београду до 1957/58. шк.год., али је и после одласка у пензију наставио са предавањима из Теорије еластичности на Грађевинском факултету.

Професор Хлитчијев је заслужан за више успешних иницијатива. Он је један од иницијатора за оснивање посебне Групе за механику на Природно-математичком факултету. Ова је Група настала од и на предлог Катедре за небеску механику и астрономију, коју су од професора сачињавали у 1948.год. Милутин Миланковић, Антон Билимович, Војислав Мишковић и Татомир Анђелић као и предавач Добривоје Михаиловић [6]. Енергична подршка идеји о оснивању Групе за механику на ПМФ-у од стране шефа Катедре техничке механике, дакле професора Хлитчијева, знатно је допринела њеној реализацији. Први студенти на тој Групи кренули су 1951/52. шк.год. Друга успешна иницијатива у којој је учествовао професор Хлитчијев односила се на оснивање Југословенског друштва за механику. До оснивања је дошло 13. фебруара 1954.год. на закључној седници Другог југословенског конгреса рационалне и примењене механике. За првог председника овог друштва изабран је професор Хлитчијев, а затим је поново биран још два пута [6]. Трећа веома значајна иницијатива професора Хлитчијева било је оснивање Катедре за бродоградњу и Одсека за бродоградњу на Машинском факултету у Београду и паралелно, оснивање Бродограђевног одељења при Машинском институту САН, којим је такође руководио.

Поред других активности, професор Хлитчијев је био члан Редакционог одбора часописа „Техника“ (Београд), као и часописа „International shipbuilding Progress“ (Ротердам). 10. јуна 1955. год. професор Хлитчијев бива изабран за члана Српске

академије наука и то одмах за редовног члана, што је признање и изузетак од процедуре.

Иза професора Хлитчијева остало је 43 публикована научна рада, од којих велики део, у иностраним часописима; остало је 10 публикованих уџбеника (у уџбеницима из Отпорности материјала појављује се, као коаутор, дугогодишњи сарадник и колега професора Хлитчијева, велики зналац широке области механике, инжењер Милан Вречко); остали су иза професора Хлитчијева и преводи неких значајних књига из области примењене математике и механике; на крају, а можда прво по значају, иза професора Хлитчијева остали су његови ђаци, они који су прошли „школу професора Хлитчијева”.

Професор Хлитчијев је руководио при изради седам успешно одбрањених докторских дисертација на Грађевинском или Машинском факултету у Београду као и током израде две докторске дисертације одбрањене у иностранству [1].

НАУЧНИ РАД ПРОФЕСОРА ХЛИТЧИЈЕВА

1. Општи поглед

Почеци научног рада професора Хлитчијева потичу из времена његовог рада у Петрограду и Херсону и после једног периода затишја од осам година, настављају се са његовим првим радовима у Београду. То је дакле период између 1915. и 1919.год. у Русији и од 1927.год. до негде 1931.год. у Београду. У наредном периоду, који се завршава почетком Другог светског рата, професор Хлитчијев креће са серијом радова, почев од рада: „Кружна цев оптерећена сопственом тежином” из 1932.год., објављеног у Гласу Српске краљевске академије, иза кога наилази пет радова објављених у Publications mathematiques Универзитета у Београду. Међутим, врхунац своје научне активности професор Хлитчијев доживљава у послератном периоду, када објављује, између 1947. и 1959.год. 29 научних радова, било у издањима Српске академије наука, било у иностранству (12 радова).

О научном раду професора Хлитчијева својевремено је писао академик професор Билимович [5]. Он набраја групу еминентних научника који су се налазили на Петроградском политехничком институту у време када је Ј. М. Хлитчијев био студент и када је тамо радио као асистент и предавач. Били су то: А.Н.Крилов, научник светског гласа из области Теорије брода, затим нешто старији колега Ј. М. Хлитчијева - С.П.Тимошенко, И.Г.Бубнов, затим Папкович, Мешчерскиј, Кирпичев, и други истакнути научници. У тој средини је и млади Хлитчијев почео своје опробавање у научном раду. Напуштањем Русије много штошта се прекинуло у животу проф. Хлитчијева. Међутим, његов рад на Техничком факултету, на Катедри професора Ивана Арновљевића, био је користан и за Факултет и за професора Хлитчијева. Иначе у том предратном Београду негде 1926.год. долази до оформљења „Клуба математичара” у коме су учествовали научници попут величина као што су Михаило Петровић-Алас, Милутин Миланковић, а затим и Богдан Гавриловић, Никола Салтиков, Иван Арновљевић, Вјачеслав Жардецкиј, Антон Билимович, Радивоје Кашанин и др. [6]. Према академику Билимовичу [5] укључење проф. Хлитчијева у поменути Клуб, присуствовање расправама и дискусијама тамо вођеним, допринело је интензивирању интереса професора Хлитчијева за научни рад.

Радови професора Хлитчијева, изузев три радз из Теорије приближног рачунања из 1919., 1927. и 1931. год. и два стручна рада из области бродских конструкција из 1917. год., могу се сврстати у шест група: I - Нека општа питања из теорије еластичности, II - Торзија, III - Савијање греде, греда на еластичним ослонцима, роштиљ греда (проф. Хлитчијев то назива „решетка”), IV - Плоче као равански проблем и као проблем савијања, V - Проблеми стабилности равнотеже код линијских носача и код плоча, VI - Радови из области чврстоће бродских конструкција. Ова последња група радова могла је

бити распоређена по претходним групама, али је издвојена према радовима код којих се у самом наслову помиње брод. Наравно да су и радови из првих пет група примењиви на бродске конструкције, па се и у тим радовима, као илустрација, појављују примери везани за конструкцију брода. Међу радовима професора Хлитчијева недоступни су радови писани у Русији, тј. до 1919. год., а затим један рад из 1927. год., чији је издавач непознат, рад објављен 1931. год. у „Техничком листу” - Загреб и један рад из 1933. год. у издању „Записа руског научног листа” - Београд. Осим тога један рад професора Хлитчијева из 1939/40. године, објављен у Publications mathematiques Универзитета у Београду, страдао је у бомбардовању 1941. год. На тај начин је приказ радова професора Хлитчијева заснован на његових тридесет и пет обрађених радова.

2. Приказ радова по групама

2.1 Нека општа питања теорије еластичности

Ови радови (има их три) потичу из периода који претходи интензивном усредсређењу професора Хлитчијева на одређене групе проблема теорије еластичности, а хронолошки се односе на интервал између 1931. и 1937. год.

Рад „О хипотези Журавског” („Записи руског научног института”, Београд 1931.) написан је поводом седамдесетпетогодишњице од публикавања познатог рада Журавског у „Annales des ponts et chaussees” и представља неку врсту тумачења и одбране рада Журавског. Професор Хлитчијев користи егзактан приступ теорији савијања штапа попречним силама да би показао, за који је облик попречног пресека прва хипотеза Журавског испуњена. Осим тога он показује да друга хипотеза Журавског ни у ком случају није испуњена. Бранети Журавског аутор наводи да је Журавски своје поставке формулисао на греди правоугаоног пресека 1856. год., а да је француски инжењер Брес три године касније ове поставке проширио на произвољан пресек, што је затим неоправдано добило широку примену у техничкој теорији савијања.

У раду „Кружна цев савијена сопственом тежином” (Глас СКА, 25- 34, 1932.) аутор решава проблем савијања греде прстенастог попречног пресека под утицајем сопствене тежине, за произвољно задате услове на крајевима. Проблем је решен егзактно на основу потпуног система диференцијалних једначина теорије еластичности и уз примену напонске функције за савијање. Аутор по свом сазнању наводи да је теорија напонских функција, примењена у посматраном раду, коришћена раније само у два случаја и то 1919. год. код греде елиптичног пресека, у раду самог Ј. М. Хлитчијева и од стране А.Е.Н. Love-а у „Mathematical theory of elasticity” 1920. год.

Рад „Das St. Venant-sche Prinzip” (Publication mathematiques, Београд, VI, 276-279, 1937.) има за циљ да покаже оправданост St. Venant-овог принципа. У том циљу посматрана су померања у еластичној средини под дејством равнотежног пара сила чије су нападне тачке размакнуте у правцу њихове заједничке нападне линије и то за веома мало растојање. Егзактно израчуната померања тачака тела показују да је њихова величина обрнуто пропорционална квадрату њихових растојања од нападних тачака сила. На такав начин аутор показује да посматрани пар сила изазива само локална померања у непосредној близини њихових нападних тачака, што је и био циљ рада.

2.2 Торзија

Проблемом торзије професор Хлитчијев се бави у једном низу радова и при томе се у свима ради о торзији штапа танкозидног пресека. Први рад из области торзије потиче из 1934. год.: „Смичући напони у танкозидним носачима”, први део и наставак истог рада у 1935. год.; затим долази рад „О торзији сандучастих штапова” (Publ.math., Beograd, VIII-1X, 1939.-40.); следе радови једнаког наслова, један на руском језику, у издању САН (Publ.Inst.Math., I), други на енглеском (J.Appl.Mech., N.Y., 14), оба из 1947. год., са

насловом (у преводу): „О торзији цеву правоугаоног пресека“, иза ове серије долазе два рада - један из 1952.год. (Proc. VIIIth Intern. Congr. Mech.) и други из 1953.год. (у издању JAZU, Загреб), са једнаким насловом који, у издању JAZU, гласи: „Торзија греде / профила“.

Прва два рада решавана су применом конформног пресликавања, при чему се полази од слике попречног пресека која има облик два концентрична круга који чине кружни прстен. Инверзном трансформацијом добија се област у реалној равни у виду затвореног танкозидног пресека чија је спољна контура квадрат, а унутрашња контура, затворена крива линија. За такву област аутор налази напонску функцију за торзију односно за савијање у облику реда хармонијских функција, уз задовољење услова на контури пресека. Расецањем по оси симетрије на два једнака дела и одговарајућим померањем делова, аутор налази решење и за пресек облика I. Ово духовито решење показује и добру конвергенцију, а аутор га предлаже као паралелу Тимошенковом решењу на бази аналогije са мембраном и К.Хуберовим мерењима.

Четврти и пети поменути рад из торзије танкозидног пресека засновани су на познатом решењу торзије правоугаоног пресека (односно квадрата). Напонска функција која на контури квадрата задовољава гранични услов, представљена је у облику реда хармонијских функција. Унутар квадрата постоје међутим фамилије затворених кривих у чијим тачкама напонска функција такође задовољава гранични услов као и на спољној контури, али до на адитивну константу. Сада спољна контура са једном од изабраних унутрашњих контура чини затворен танкозидни пресек. Овим је путем нађено решење проблема торзије за изабрани пресек, а дати су нумерички подаци.

Серија радова о проблему торзије танкозидних штапова завршава се поменутим радовима из 1952.год. односно 1953.год. који су посвећени торзији штапа „дупло те“ пресека. Ова два рада карактерише директни приступ решењу, него што је то био случај код претходно приказаних радова. Наиме у претходној групи радова полазило се од неких већ познатих решења, било да се ради о функцији пресликавања (квадрата на круг) или о познатом решењу за пун пресек (правоугаони). Вештим коришћењем познатих података и допунским процедурама, аутор долази до решења за танкозидни пресек. Међутим, у последња два рада приступ је директан: аутор посматра I пресек као пресек састављен од правоугаоног ребра и двеју правоугаоних фланши. Решења налази увођењем двеју напонских функција - за ребро и за фланшу, при чему задовољава граничне услове на спољним контурама пресека, као и услове континуитета између делова пресека, тј. на прелазу између ребра и фланше. Решење је представљено преко бесконачних редова уз додавање полинома одговарајућег облика, чиме добија решење које задовољава диференцијалну једначину и граничне услове на спољним и унутрашњим контурама. Дакле аутор даје тачно решење за посматрани пресек. Овим решењем професор Хлитчијев даје свој приступ решавању задатака теорије еластичности код носача чији је пресек састављен од правоугаоних делова. Својим радовима из проблема торзије професор Хлитчијев је покренуо на Факултету интерес за питања торзије и за питања танкозидних штапова, а резултати нису изостали.

2.3 Савијање греде, греда на еластичним ослонцима, роштиљ греда

У овој групи јављају се три групе радова из области савијања линијских носача. Прву групу чине два рада из 1951.год., у Гласу СХСЦХ САН, 1-5 и то рад под насловом „Еластична линија греде променљива пресека“ и рад једнако таквог наслова, али на немачком, у издању Bull. Acad. Serbe Sci., Tome II, Classe sci techn., No 1. У радовима је анализирана ваљаност примене Бернули-Ојлерове теорије савијања код носача непризматичног облика. При томе је искоришћен рад С.Е.Инглис-а из 1925.год., који се односи на равански проблем, па је непризматични линијски носач третиран као трапезаста плоча оптерећена у својој равни. Показало се, полазећи од израза за компонентална померања, да се код кривине еластичне линије разлика између техничке

теорије и добијеног решења исказује у виду једног мултипликатора који је практично врло близак јединици. На тај начин овим радовима је Ј. М. Хлитчијев афирмисао примену Бернули-Ојлерове теорије савијања и за носаче непризматичног облика.

У радове о греди на еластичним ослонцима и о роштиљу греда спада рад из 1950. под насловом „*Some series applied to the theory of Structures*”, Acad.Serbe des Sciences, Publ. Inst.Math., III, 1-23, који представља монографију са више појединачних радова из обе поменуће групе; затим из исте године рад публикован у Aeron.Quart., London, II, 157-166, под насловом: „*Beams on elastic supports and on Cross-Girders*”, затим из 1951.год. рад „Греда на еластичним лежиштима и савијање решетке” објављен у Гласу СХСЦХ САН, 69-76 и из исте године рад „Савијање решетке од укљештених греда”, Глас СХСЦХ САН, 15-32; исте године излази у Aeron.Quart., Лондон, 230-237, рад под насловом: „*Beams on Cross-Girders with Clamped Ends*”, у ову доста велику групу улази и рад из 1957.год. објављен у ZAMM-у, 37,7/8: „*Über die Berechnung von Biegemomenten in einen rechtwinkligen Tragerrost*”.

У теорији греда на еластичним ослонцима до тада је доста радо коришћен поступак по коме су се појединачни еластични ослонци замењивали континуираном еластичном подлогом која је на греду деловала силама које су биле пропорционалне угибима еластичне линије греде. Професор Хлитчијев уместо тога ради са коначним бројем ослонаца, али задржава поставку према којој су реакције еластичних ослонаца пропорционалне угибима греде на месту ослонца. Представљањем еластичне линије греде у виду тригонометријског реда и коришћењем диференцијалне једначине савијања, аутор долази до система линеарних алгебарских једначина по коефицијентима реда. Увођење тригонометријских редова у решавање проблема савијања греде на еластичним ослонцима представља новину коју је увео професор Хлитчијев, али која сама по себи не би дала тако богате резултате, да у цео поступак није уграђен низ инвентивних процедура у операцијама са редовима и са системима алгебарских једначина за које је професор Хлитчијев био изузетан мајстор. Иначе, са једнаком вештином Професор је налазио решења и за случајеве, када су крајњи ослонци укљештени.

У ову област улазе и проблеми гредних роштиља, тј. коначан скуп греда „главног” правца и мањи број греда чија је оса под правим углом на греде главног правца, тзв. „укрсне греде”. Ако би се потражила веза између роштиља греда и греде на еластичним ослонцима, тада би греде главног правца представљале еластичне ослонце за укрсне греде на местима пресецања. Према томе утицај везе на месту пресецања греда главног правца и укрсних греда изаражава се реакцијском силом, али не и реакцијским моментом, при чему је реакцијска сила пропорционална заједничком угибу једне и друге греде на месту пресецања. Еластичне линије укрсних греда приказују се развијањем у тригонометријске редове, а затим се системи алгебарских једначина по коефицијентима редова добијају на основу диференцијалних једначина савијања укрсних греда, што формално личи на поступак примењен код греде на еластичним ослонцима, али је знатно сложенији, нарочито при већем броју укрсних греда, зглавкасто ослоњених или укљештених на својим крајевима. Поступак професора Хлитчијева у решавању роштиља греда ближи је физичкој реалности, него поменути приступ по коме су се греде главног правца замењиване еластичном подлогом. Међутим, поступак професора Хлитчијева у оно време, када је рачунски део посла представљао готово непремостиву препреку, не би давао практичне резултате, да аутор није, вештим манипулисањем редовима и алгебром, успевао да резултате прикаже у довољно употребљивом облику. При томе су скоро сви поменути радови обогаћени нумеричким примерима.

Радови о савијању греде на еластичним ослонцима и о роштиљу греда, који су обележили опус професора Хлитчијева својим приступом базираним на примени тригонометријских редова у представљању израза за деформисану осу греде, имали су свога одјека и у низу доприноса сарадника професора Хлитчијева. То се подједнако односи и на друге области рада професора Хлитчијева којима је он дао свој лични печат.

2.4 Плоча као равански проблем и као проблем савијања

Професор Хлитчијев се није много бавио плочом као раванским проблемом, него је више радио савијање плоча и касније, проблем избочавања. На тај начин области раванског проблема припадају следећа два рада: „*Eine Losung der ebenen Spannungsaufgabe mittels trigonometrischer Reihen*” („Једно решење равног проблема помоћу тригонометријских редова”) Publ. math., Belgrade, V, 1936. и рад: „*Једно решење равног проблема теорије еластичности*” (коаутор Н.Наерловић-Вељковић), Наше грађевинарство, 11, 1959.

У првом поменутом раду аутор критички разматра решење раванског проблема помоћу полиномијалног облика Airy-еве функције, којим се покушава решити задатак о напрезању слободно ослоњене правоугаоне плоче под дејством сопствене тежине. Таквим се путем могу задовољити гранични услови само у тачкама дужих контура плоче, док се на краћим контурама гранични услови могу задовољити само у целини, тј. у интегралном облику. Овом облику решења професор Хлитчијев супроставља решење преко напонске функције коју чини једноструки ред по тригонометријским функцијама једне координате и хиперболичким функцијама по другој координати (Стокс-ов облик), тако да је сваки члан реда, бихармонијска функција. Накнадно аутор развија хиперболичке функције у тригонометријски ред и на тај начин Airy-ева функција добија облик двоструког тригонометријског реда. Изучавање коефицијената реда из контурних услова за разне односе димензија плоче врши sukcesивним апроксимацијама. Ово интересантно решење из 1936.год. афирмише увођење тригонометријских редова у решавање граничних задатака теорије еластичности, што је у то време изазвало пажњу.

Док је управо приказани рад, један од радова из средине предратног периода професора Хлитчијева, дотле је други наведени рад из ове области, последњи у хронолошком списку. Рад је подстакнут чињеницом да код носача трапезастог облика решења на бази техничке теорије ипак доста одступају од тачности. Решење по теорији еластичности за трапезну плочу нађено је комбинацијом постојећих решења за троугласту плочу.

У домену савијања плоча радови професора Хлитчијева садрже нека општа решења за разлику од дотада познатих појединачних решења за плочу правоугаоног облика. Наиме, решењем проблема савијања слободне ослоњене правоугаоне плоче под утицајем концентрисане силе у произвољној тачки плоче, интеграцијом се добијају решења за све остале случајеве оптерећења, за хидростатичко оптерећење као пример. Такво решење за концентрисану силу у произвољној тачки садржано је у раду „*О савијању правоугаоне плоче*” објављеном 1951.год. у Гласу СХСХ САН и на енглеском језику у Билтену САН, Томе II, Classe Sci. Techn. из исте године. Међутим да би се прешло на решавање укљештене плоче, потребно је било наћи решење за слободно ослоњену плочу оптерећену спрегом по својој контури. То се решење налази у раду монографског карактера: „*Some series applied to the Theory of Structures*”; објављеног 1950.год. у Publ. Inst. Math., III, 1-23, САН. Ово решење отворило је пут решењу задатка о савијању плоче са укљештеном страном. Професор тада налази решење за плочу укљештену на све четири стране, а под дејством концентрисане силе у произвољној тачки. Ово је решење аутор саопштио 1949.год. У то време постојало је решење Шиманског из 1936.год. за укљештену плочу под једнако подељеним оптерећењем и рад Тимошенка, добијен на други начин него код Шиманског, а за једнако подељено оптерећење и за дејство концентрисане силе у средишту плоче. Дакле та постојећа решења могла су се добити као специјални случајеви из решења које је дао професор Хлитчијев. Комплетном решењу за правоугаону плочу недостајало је решење за слободну контуру. То је учињено у раду из 1951.год. „*О савијању плоче са једном слободном страном*”, Глас СХСХ САН и у раду са једнаким насловом објављеним на немачком у Билтену САН, T VIII, Classe Sci Techn., No2. У овим радовима решен је проблем савијања за плочу слободно ослоњену на три стране, са четвртном слободном страном, а под дејством концентрисане силе у произвољној тачки, тиме дакле и за општи случај оптерећења. Пре тога била су позната решења Бубнова за хидростатички притисак (1914), Галеркина за једнолико подељено

оптерећење (1935) и Група за концентрисану силу у произвољној тачки, али за материјал код кога је коефицијент бочне контракције једнак нули (1947).

Супериорност професора Хлитчијева у решавању проблема савијања плоча учинила је проблем савијања плоча атрактивним, што се показало и преко садржаја у то време рађених докторских дисертација.

2.5 Проблеми стабилности равнотеже

У овој групи радова разматрају се две класе проблема: извијање греде на еластичним ослонцима под дејством аксијалног притиска и проблем избочавања танких плоча ојачаних ребрима. У обе класе проблема професор Хлитчијев даје низ оригиналних решења.

Извијање греде на еластичним ослонцима био је још 1912. год. предмет једне публикације професора Бубнова, код кога је професор Хлитчијев био студент на Петроградском институту. Међутим, предложено решење има један недостатак, а то је, да је тешко за примену, јер за сваки конкретан случај изискује решавање детерминанте $(m-1)$ -ог реда, где је m -најмањи број полуталаса код извијања одговарајуће континуалне греде са крутим ослонцима. У своме раду Бубнов је дао и табеларно приказане неке нумеричке резултате, који су професору Хлитчијеву послужили за поређење.

Приступ професора Хлитчијева, у радовима: „*Извијање континуалног носача на еластичним лежиштима*”, Глас СХСВ САН, Одељ. техн.наука, из 1949., „*Buckling of Continuous Beams on Elastic Supports*”, Quart.J. Mech.a.Appl.Math., Oxford, II, Pt. 3, 1949., као и у раду из ове области у већ помињаном монографском доприносу из 1950., публикованом у издању Математичког института САН, III, под насловом „*Some series applied to the Theory of structures*” састоји се у томе, што у диференцијалну једначину савијања извијене греде под утицајем притискујуће аксијалне силе и реакција еластичних лежишта, уноси изразе за угибе приказане преко тригонометријског реда. Овим путем он долази до бесконачног система алгебарских једначина, који се међутим распада на два подсистема који одговарају извијању у m , $2m$, $3m$ полуталаса - као код крутих лежишта и извијању у $1, 2, \dots, m-1$ полуталаса, дакле у мањи број полуталаса него што је најмањи број полуталаса код греде са крутим ослонцима. Из овог другог подсистема једначина, за вредност критичне силе једнаке најмањој критичној сили греде са крутим ослонцима, израчунава највећу потребну вредност коефицијента еластичности лежишта. Уз одређена занемарења и упрошћења аутор даје и експлицитан израз за тражену највећу вредност коефицијента еластичности лежишта, при чему грешка која се чини упрошћењем не прелази 2,5%. Постоји веома добра сагласност са резултатима из рада Бубнова.

Избочавање плоче ојачане ребрима третирано је у низу радова професора Хлитчијева: „*On the stability of Plates reinforced by Ribs*”, J.Appl.Mech., New York, 1948., „*О уздужним укрућењима притиснуте плоче*” (са додатком Ј.Карамате), Глас СХСВ САН, Одељ. техн. наука, 1949., затим више пута помињани монографски прилог „*Some series applied to the Theory of structures*” објављен у публикацијама Математичког института САН 1950.год., рад „*On the Stability of Plates reinforced by longitudinal Ribs*”, J.Appl.Mech. из 1951.год. и рад из 1952.год. „*Quelques Applications de Series a des Problemes de stabilite elastique*”, Bull.Techn.Suisse Romande, Lausanne, No 21.

Проблемом избочавања плоча ојачаних ребрима пре тога се бавио и С.П.Тимошенко, који 1915.год. своди проблем стабилности на решавање детерминанте бесконачног система линеарних алгебарских једначина и налази апроксимативну вредност критичног напона за различите односе димензија плоче и укрућења. Међутим, професор Хлитчијев друкчије поставља проблем, што овако објашњава речима: „У техничким применама проблем се поставља обрнуто: траже се оне попречне димензије укрућења ..., које су

довољне да би се постигла задата вредност критичног напона". Тако постављен задатак започиње тиме, што успева да разбије систем алгебарских једначина проблема на два подсистема, од којих први подсистем одређује низ вредности критичног оптерећења при коме се плоча са ребрима избочава на начин као да су ребра крута. Сада он најмању добијену вредност критичног оптерећења уноси у други подсистем једначина, који осим тога преуређује на начин који му је предложио математичар М.Томић. Елиминацијом непознатих коефицијената реда из тог система једначина, долази до условне једначине која му одређује онолико „критичних” вредности за крутост ребара плоче, колико је њихов број, а меродавна је највећа вредност. Аутор на крају извођења нуди и приближан образац за тражену крутост који, при грешци од 2,4%, даје веома једноставан поступак за димензионисање ребара.

Наведени приступ углавном карактерише и остале радове из ове групе. У једном од радова је, поред тога, уведено и питање „ефективне ширине” плоче, која би играла улогу појаса ребра, при чему је коришћена метода П.Ф.Папковича. Рад из 1951. о стабилности плоче ојачане подужним ребрима допуњен је са два нумеричка примера, од којих се један односи на конструкцију теретног брода, а други на речни брод - са подацима из британске литературе. Рад објављен у Лозани уследио је из предавања које је 13. јуна 1952. одржао на l'Universite de Lausanne.

Интересантно је поменути један детаљ, који указује на трајну блиску везу активности професора Хлитчијева и научника из његовог некадашњег окружења на Петроградском политехничком институту. Не једанпут се иначе у његовим радовима помињу имена професора Бубнова, Папковича, Тимошенка. У вези са поменутом полазном поставком Тимошенка у изучавању проблема избочавања плоча са укрућењем (из 1951.год.), професор Хлитчијев наводи и овај податак: непосредан повод за проучавање овог проблема С.П.Тимошенко је нашао у случају пројекта брода на чијој је разради управо радио млади инжењер Ј. М. Хлитчијев.

Серију радова професора Хлитчијева из области стабилности равнотеже наставили су његови сарадници, неки од њих и кроз своје докторске дисертације.

2.6 Проблеми чврстоће бродских конструкција

Овој групи радова подстицај потиче непосредно из проблематике бродских конструкција, као што показују и њихови наслови. Овде спадају: рад из 1948.год. „О извијању палубе звондених бродова” (како је сам аутор превео наслов) који је на руском објављен у Публикацијама Математичког института САН; затим рад публикован у Хамбургу у часопису „Forschungshefte fur Schiffstechnik”, Bd. 2 из 1954. под насловом „Uber die Festigkeit der Beplattung des Schiffsbodens” (О чврстоћи подне облоге брода), два рада „О прорачуну бродске опплате” објављена у наставку, у Зборнику Машинског факултета 1953. и 1954.год., и на крају монографија обима 50 страна „О прорачуну чврстоће бродског костура”, публикована у Гласу ССХХХVII САН, књ.4, Одељ.техн. наука, 1959.год.

Први од наведених радова садржи четири дела која се углавном односе на стабилност правоугаоне плоче ојачане различитим бројем ребара, међутим оно што је специфично у раду, то је дискусија начина оптерећења брода у зависности од његовог положаја на таласима. Осим тога уводни део рада садржи и занимљиву напомену која се односи на кључни Тимошенко систем једначина за решавање проблема стабилности плоче са ребрима. Наиме Тимошенко је до овог система једначина дошао применом Принципа минимума потенцијалне енергије деформације, па је његов приступ у немачкој литератури протумачен као приближно решење. У свом раду професор Хлитчијев изводи исти тај систем једначина на основу диференцијалне једначине еластичне површи избочене плоче, чиме је показао да је Тимошенко приступ приближан „само у оној мери, у којој је приближна цела теорија савијања плоче” (цитат из рада проф. Хлитчијева).

Последњи из ове серије радова, обимна монографија „О прорачуну чврстоће бродског костура” из 1959.год. враћа читаоца пола века уназад, у време када је професор Хлитчијев учио код свог професора И.Г.Бубнова. И како је око две трећине простора у тој монографији посвећено раду Бубнова, стиче се утисак да је монографија управо и написана као сећање Хлитчијева на свог професора. Бубнов је наике 1901.год. у часопису „Морској зборник” предложио за оно време нов и веома интересантан начин прорачуна бродског костура, тј. роштиља греда. Касније је исти писац развио свој метод у књизи „Строитељнаја механика корабља” из 1914.год. која је била издата у малом броју примерака, првенствено за потребе Морнарице. Професор Хлитчијев излаже метод Бубнова за прорачун роштиља греда и опскрбљује рад потпунијим таблицама тзв. функција Бубнова, тако да, при линеарној интерполацији података из таблица, грешка не буде већа од једног хиљадитог дела. Иначе у уводном делу монографије проф. Хлитчијев даје анализу оптерећења бродског костура, која сигурно представља драгоцен научни допринос у овој области. У завршном делу монографије професор Хлитчијев приказује и свој начин прорачуна роштиља греда.

Диференцијалну једначину савијања плоче поставила је 1811.год. Софи Жермен, што је професор Хлитчијев волео да помене у својим предавањима. Решење ове диференцијалне једначине помоћу двоструког тригонометријског реда за правоугаону плочу дао је Navier 1820.год. Занимљиво је да је од тог доба прошао читав један век, докле примена тригонометријских редова у решавању граничних задатака теорије еластичности није добила пун замах. Професор Хлитчијев је својим радовима томе дао допринос који је био цењен у међународним оквирима у тој области и у свом времену. У теорији линијских носача, као што је проблем греде на еластичним ослонцима и роштиљ греда, у његовим каснијим решењима задатака о торзији штапа танкозидног пресека (професора Хлитчијева је наглашено интересовала торзија танкозидних штапова), у проблемима савијања плоча, у третирању стабилности плоче ојачане ребрима, професор Хлитчијев је ишао за егзактним решењима и тражио их примењујући апарат тригонометријских редова у различитим варијантама. Могло би се рећи да је он из тог апарата исцедио готово максимално колико је било могуће, било у својим радовима, било кроз радове својих сарадника, којима је руководио. А сарадника је имао много, уочавао их још као студенте, проучавао их и стављао на пробу и затим их, сигурном руком водио, док сами не проходају. Тако је стварана школа професора Хлитчијева.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Архив САНУ, Историјска збирка, сигн. 14.620.
- [2] Грађевински факултет 1948.-1978. године, Београд 1978., стр. 174-176.
- [3] Српска академија наука, Годишњак LXIV за 1957.год.
- [4] Н. Зрнић: In memoriam, Техника бр. 3, Београд 1963.
- [5] Комеморативна седница Одељења техн. наука САНУ, реч академика Антона Билимовича, Гласник САНУ, XV, 1, 1967., стр. 17-18.
- [6] Двадесетпет година студијске групе за механику 1952.-1977., Универзитет у Београду, Природноматематички факултет, Београд, 1977.
- [7] Зборник радова посвећен преминулом академику Јакову Хлитчијеву, Београд, САНУ, 1970.
- [8] Н. Наерловић-Вељковић: Јаков Матвејевич Хлитчијев, рукопис примљен за публикавање у оквиру „Библиографских свезака САНУ”, Београд, 1995.