

– С.72. 5. Чичканов С.В., Крупин С.В., Мягченков В.А. Снижение гидравлического сопротивления турбулентных водных потоков при введении бинарных смесей сополимеров акриламида и ПАВ // Повышение нефтедобычи пластов. Освоение трудноизвлекаемых запасов нефти: Труды 12 Европейского симпозиума “Повышение нефтедобычи пластов”. – Казань, 8–10 сент., 2003. – Казань, 2003. – С.244–249. 6. Чернюк В.В., Пицишин Б.С., Орел В.И., Жук В.М. Влияние добавок полиакриламида на потери напора во внезапных сужениях и расширениях труб // Инж.-физ. ж. – 2002. – Т.75, № 4. – С.115–122. 7. Чернюк В.В., Завойко Б.М. Регулирование расхода жидкости путем введения полимерных добавок // Вестн. Львов. политехн. ин-та. – 1987. – № 217. – С.74–77. 8. Чернюк В.В. Керування напірними потоками рідин уведенням гідродинамічно-активних додатків // Вибрації в техніці та технологіях. – 2003. – № 2 (28). – С. 99–104. 9. Орел В.І. Вплив додатків поліакриламідну на втрати напору в раптових звуженнях і розширеннях труб: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.16 / УДУВГП. – Рівне, 2003. – 20 с. 10. Орел В. Регулювання витрати рідини у гідравлічній системі введенням у потік додатків // Вісн. Нац. ун-ту “Львів. політехн.”. – 2002. – № 460. – С.172–175. 11. Орел В.І., Чернюк В.В. Вплив деструкції розчину поліакриламідну на гідравлічний опір раптового розширення труб // Прикладна гідромеханіка. – 2005. – Т.7(79). – № 1. – С.50–55. 12. Чернюк В.В., Жук В.М. Розподіл витрат рідини між трубопроводами шляхом введення в потік додатків // Гидравлика и гидротехника: Межвед. науч.-техн. сб. – 1998. – Вып.59. – С.39–43. 13. Фролов В.С., Плюхин С.В. Приготовление и дозирование полимерных флокулянтов // Экватек-2004: Шестой международный конгресс “Вода: экология и технология”. – Москва, 1–4 июня 2004 г. – Материалы конгресса. – Ч. II. – С.708–709. 14. Чернюк В.В., Жук В.М. Стабілізація витрати рідини, що витікає з резервуару при змінному напорі // Вісн. Держ. ун-ту “Львів. політехн.”. – 1996. – № 304. – С.76–80. 15. А.с. 1681200 СССР, МКИ G 01N 15/00. Устройство для определения концентрации гидродинамически активных добавок в растворе / В.В. Чернюк, Р.М. Гнатив (СССР). – № 4694737/25; Заявлено 19.05.89; Опубл. 30.09.91, Бюл. № 36.– 3 с. 16. Порайко И.Н., Порайко Д.Н. Повышение пропускной способности потока полимерами, малорастворимыми в сплошной среде // Анот. в “Инж.-физ. ж”. – 1986. – Т.51, № 5. – С.854–855. Деп. в ВИНТИ 26.06.86, № 4663–В86. 17. Мамонов В.Н., Миронов Б.П., Мустафаев Р.Ф., Гинзбург Д.И. Снижение гидродинамического сопротивления трения с помощью быстроприготовленных “растворов” полиэтиленоксида // РАН. Доклады Академии наук. – 1995. – Т.341, № 1. – С.53–56.

УДК 624.012:620.193

Б.М. Ониськів, Я.В. Сорока, В.М. Канюк

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра будівельних конструкцій та мостів

ОСОБЛИВОСТІ ВЛАШТУВАННЯ ФУНДАМЕНТІВ ОПОР МОСТІВ В ГІДРОГЕОЛОГІЧНИХ УМОВАХ КАРПАТ

© Ониськів Б.М., Сорока Я.В., Канюк В.М., 2005

Описана гідрогеологічна структура русел рік в районі Карпат та раціональні конструкції фундаментів опор мостів, які упродовж останніх десятиліть використовують під час їхнього будівництва в цих умовах. Розглядають проблеми, які виникають під час проектування і будови мостових споруд.

A hydro-geological structure of river-beds in the Carpathians and rational constructions of foundations of supports of bridges, which during the last decades are used for their building in these conditions, are described. Problems which are emerged during planning and constructing of bridge building are examined.

Постановка проблеми. Багаторічна практика будівництва та експлуатації мостів в гірських умовах Карпат свідчить про те, що під час весняних і літніх повеней, часто внаслідок руслових деформацій, розмиваються ґрунти і руйнуються мостові переходи. Глибина місцевого вимивання

грунту сягає 10 м. Тому в останній період фундаменти опор мостів в цих районах влаштовуються на корінних породах, а саме – твердих аргелітоподібних глинах. Вони залягають на глибині 8–15 м від дна ріки і розташовуються під шаром гравійно-галькових ґрунтів з включенням дрібних і середнього розміру валунів. Широко застосовують мають фундаменти з буровставними, буродобивними і буронабивними палями. Враховуючи те, що міцність і деформативність аргелітоподібних глин ще недостатньо вивчені, а в будівельних нормах вони розглядають як звичайні пілувато-глиняні ґрунти, що не відповідає реальним їхнім фізико-механічним характеристикам, під час проектування фундаментів мостових опор часто занижується їхня несуча здатність. Лабораторні дослідження цих ґрунтів, які виконують під час проектування мостів з використанням проб ґрунту, взятих під час гідрогеологічних вишукувань, дають занижені результати, що було неодноразово доказано результатами їхніх польових досліджень в свердловинах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аргелітоподібні глини мають особливі властивості. Вони є щільної дрібноклітчастої структури темно-сірого або зелено-сірого кольору. Від удару, вони розпадаються на дрібні призматичноподібні шматочки завтовшки 4...15 мм. Під час вивітрювання на їхній поверхні часто з'являється наліт брунатних гідроокисів заліза і зелено-жовтого ярозиту. В мікроскопічному аспекті ця порода представлена тонкодисперсним глинистим матеріалом. Кількість органічних речовин в ній коливається в межах від 0,2 до 25 %. Аргіліти мають властивість швидко розмокати, що зумовлено великою кількістю (60...95 %) глинистих мінералів. Їхня міцність на стиск в моноліті і сухому стані коливається від 6,7 до 36,8 МПа, а у водонасиченому – різко зменшується (3...5 разів).

Для накопичення експериментальних даних і удосконалення методів проектування фундаментів опор мостів в умовах Карпат на багатьох мостових переходах Львівської, Івано-Франківської і Закарпатської областей під час будівництва нових і реконструкції існуючих мостів виконувалася широка програма досліджень фізико-механічних властивостей аргелітоподібних глин з одночасним застосуванням лабораторних і польових методів. Польові дослідження виконувалися в забої заздалегідь виготовленої свердловини циклічним або монотонним методами за допомогою круглого жорсткого штампа за розпірною схемою. Аналіз результатів цих досліджень вказує на те, що в польових умовах розрахунковий опір ($R=2690$ КПа) аргелітоподібних глин значно перевищує дані будівельних норм – СНиП 2.02.03–85 ($R=1720$ КПа) (рис.1) [1].

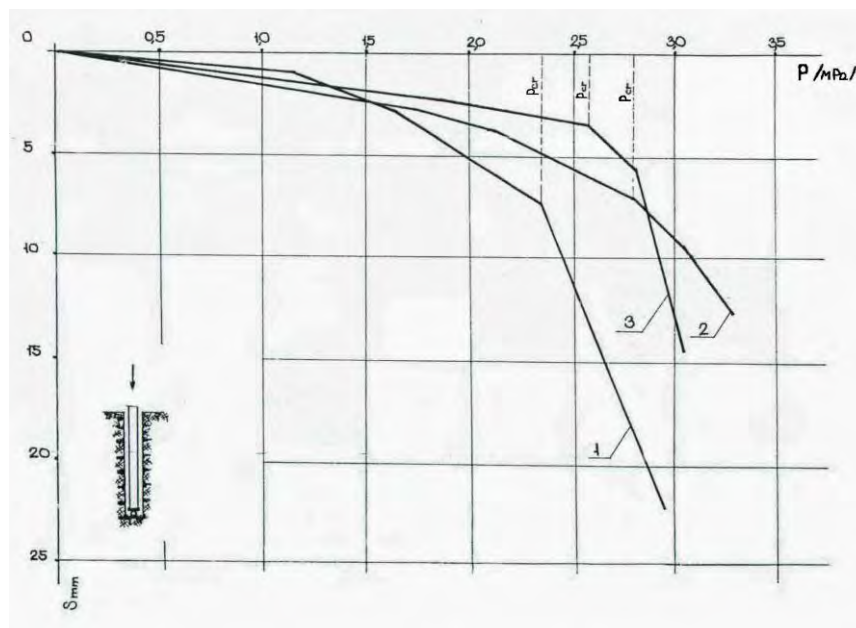


Рис. 1. Графік залежності переміщення штампа від тиску: 1 – свердловина №1; 2 – свердловина № 2; 3 – свердловина № 3

В результаті виконання цієї програми досліджень були розроблені рекомендації з вдосконалення методу проектування фундаментів опор мостів для мостових переходів у гірських районах Карпат, які дають змогу значно зменшити трудовитрати та кількість будівельних матеріалів. Так, тільки на мостовому переході через р. Стрий в м. Стрий Львівської області, економічний ефект досяг понад 200 тис. крб (в цінах 1987 р).

Наступною проблемою, яку необхідно вирішувати проектувальникам мостів для району Карпат є прийняття раціональної конструкції фундаментів опор мостів. В зв'язку з тим, що корінні породи, на які необхідно опирати фундаменти, розташовані на глибині 8...15 м від дна ріки під шаром гравійно-галькових ґрунтів з валунами, найефективнішими є фундаменти з буровими палями. Серед них широко застосовують фундаменти з буровставними, буродобивними і буронабивними палями. Буровставні і буродобивні палі виготовляють із збірних призматичних залізобетонних елементів заводського виготовлення, котрі вставляються в заздалегідь просвердлені до проектної відмітки свердловини круглого діаметра. Для буродобивних палей залізобетонні елементи після того, як вони будуть вставлені в свердловину, молотом добивають в щільні ґрунти на глибину 1,5–2,0 м нижче від забою. Буровставні палі застосовують тільки при спіранні їхніх нижніх кінців на скельні породи або на тверді глинисті ґрунти. Пазухи між тілом збірного елемента і стінками свердловини заповнюють цементно-піщаним розчином під тиском [2]. Буронабивні палі виготовляють за відомою технологією із монолітного залізобетону в заздалегідь просвердлених на місці будови свердловинах діаметром 0,8, 1,0 і більше метрів. Бетонування виконують за новою технологією [3, 4, 5], розробленою авторами статті, бетонолітною трубою з одночасним витягуванням обсадної труби і ущільненням бетону. Ущільнюють бетон статичним тиском, який виникає при витягуванні обсадної труби від реактивної сили, що передається на бетонолітну трубу з поршнем.

Фундаменти опор мостів із буронабивними палями на ріках з важким льодовим режимом влаштовують з плитою (ростверком), заглибленою нижче від поверхні ґрунту в межах русла або найнижчого рівня води. В окремих випадках застосовують фундаменти без плити. Найчастіше виготовляють фундаменти із вертикальних палей з одно-, дво-, три- і чотиристовпчастими опорами круглого поперечного перерізу діаметром 1,5–2,0 м. Стовпи розташовують в один і два ряди за течією. В косих мостах, здебільшого, влаштовують одностовпчаті опори з плитою (ростверком). Палі занурюють в ґрунт на 4 м нижче від поверхні розмивання.

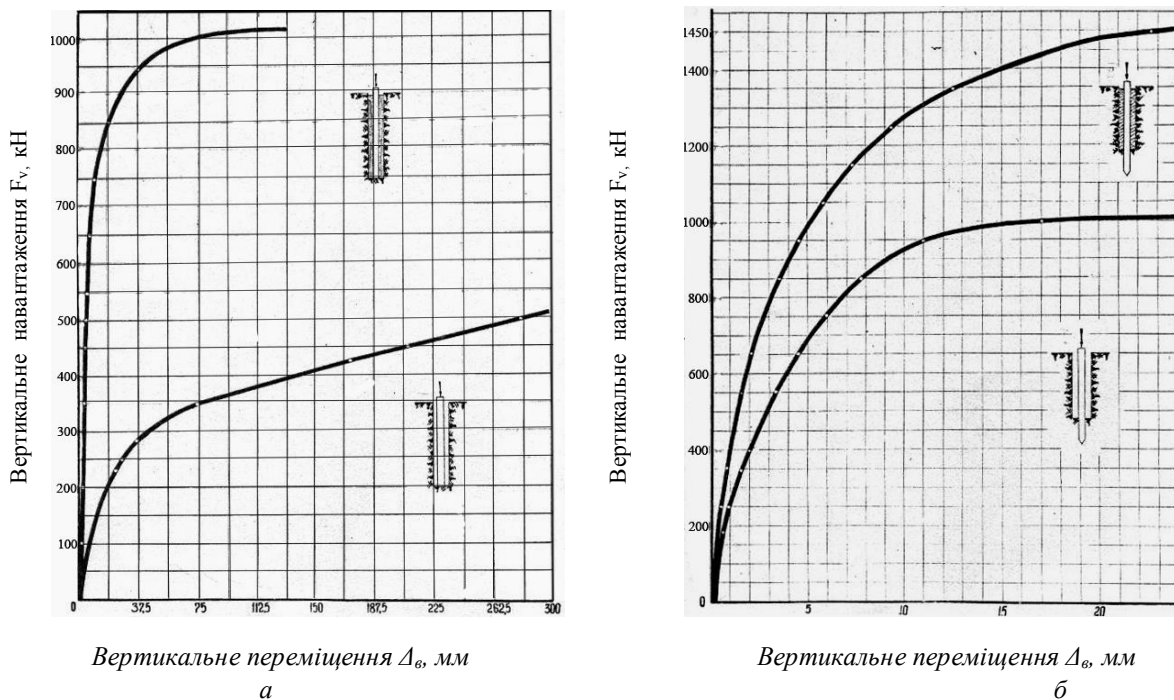


Рис 2. Графік залежності переміщення палей від вертикального навантаження: а – буровставної; б – буродобивної

Для визначення реальної несучої здатності різних видів бурових палей в гідрогеологічних умовах Карпат на багатьох об'єктах нового будівництва виконували натурні випробування зразків палей при різних комбінаціях навантажень. Буровставні і буродобивні палі випробовували в два етапи: як до, так і після ін'єкції пазух цементно-піщаним розчином. На першому етапі палі випробовували тільки вертикально прикладеним навантаженням, а на другому етапі – горизонтальним навантаженням і сумісною дією вертикального і горизонтального навантажень. Результати випробувань подано у вигляді графіків “навантаження–переміщення” (рис. 2, 3).

Із графіків видно, що несуча здатність буродобивної палі в 1.6 раза більша від несучої здатності буровставної палі. Таке збільшення пов'язано, мабуть, із ущільненням ґрунтів на рівні нижнього кінця палі під час її добивання, про що також свідчить про осідання. Результати випробування палей горизонтально прикладеними навантаженнями і сумісною дією вертикальних і горизонтальних навантажень вказують на те, що при їхній сумісній дії значно зменшуються горизонтальні переміщення голови палей (до трьох разів, рис. 3).

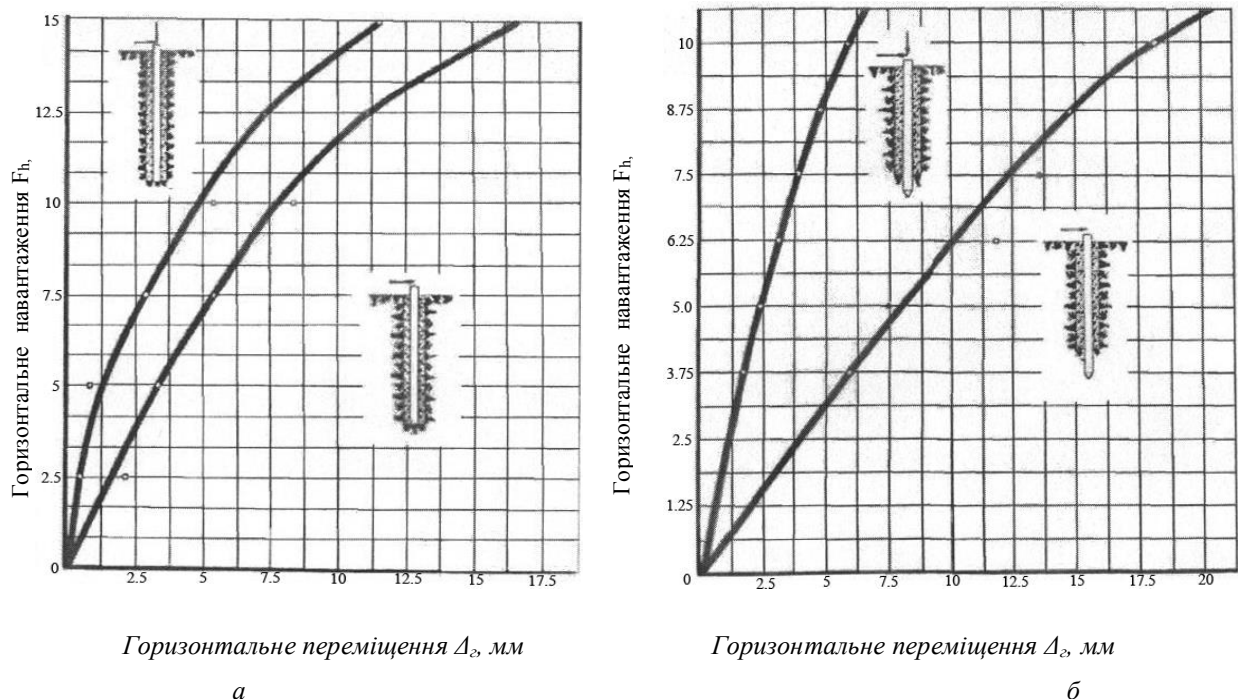


Рис. 3. Графіки залежності переміщення палей від горизонтального, а також сумісної дії горизонтального і вертикального навантажень: а – буродобивної; б – буровставної

За аналогічними схемами здійснено випробування буронабивних палей [6].

Результати випробувань наведено на графіках “навантаження–деформації” (рис. 4). На графіках можна простежити за характером деформування ґрунтів основи. Різке збільшення осідання палі № 1 на третьому і наступних ступенях навантаження, спричинене значним зволоженням аргелітоподібних глин на рівні забою свердловини і поганим її зачищенням перед бетонуванням. Після того, як навантаження на палю перевищило максимальну сумарну силу тертя, що виникла на боковій поверхні палі під час її завантаження, додаткове навантаження передавалося на аргелітоподібний зволожений ґрунт підвищеної деформативності під торцем палі, що призвело до різкого збільшення її осідання. Деформування ґрунтів основи палі № 2 було стабільним і зростало відповідно до прикладеного навантаження. Це зумовлено детальним зачищенням забою свердловини перед бетонуванням і опиранням нижнього торця палі на природний ґрунт. Граничне осідання палі № 2 становило $S=48,9$ мм при навантаженні $F=3382$ кН, а палі № 1 – $S=336,4$ мм при $F=2940$ кН, що майже в 8 разів більше (рис. 4). При сумісній дії вертикального і горизонтального навантажень, середнє горизонтальне переміщення голови палі, у разі найневигоднішої комбінації завантаження було майже втричі менше від граничної величини (рис. 4).

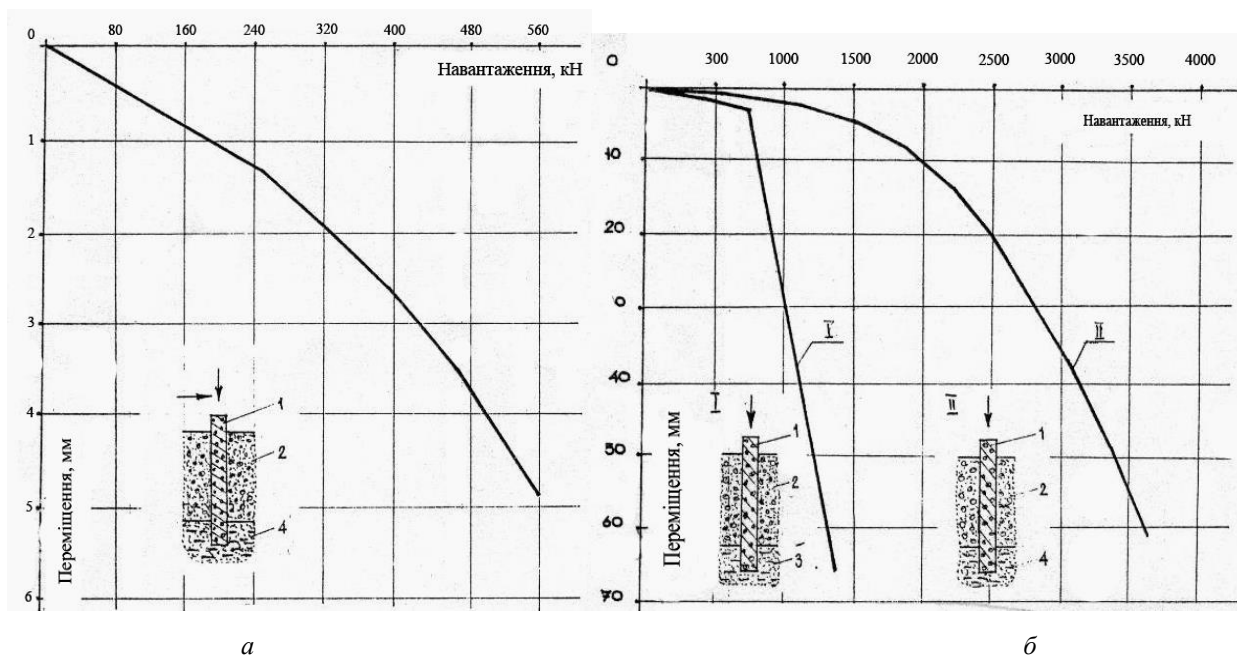


Рис. 4. Графіки залежності переміщення буронабивної палі від навантаження:
 а – вертикального; б – сумісної дії горизонтального і вертикального; 1 – паля; 2 – гравій;
 3 – зволожена глина; 4 – аргелітоподібний глинистий ґрунт

Несуча здатність палі збільшувалася за рахунок зростання тертя на її боковій поверхні, спричиненого додатковим тиском ґрунту від горизонтальної сили (навантаження).

Висновки. Виконані натурні випробування різних типів бурових палей в реальних умовах під час будівництва мостових переходів в районі Карпат показали, що найнадійнішими є фундаменти з буродобивними палями, однак, порівняно з іншими видами палей, вони вимагають додаткових трудовитрат на добивання збірних залізобетонних елементів заводського виготовлення в ґрунти основи. У разі буровставних і буронабивних палей необхідне детальне зачищення забою свердловини від зволоженого і порушеного при бурінні материкового ґрунту (аргелітоподібних глин). В іншому випадку можуть виникнути надмірні осідання опор моста. Польові дослідження аргелітоподібних глинистих ґрунтів у гідрогеологічних умовах Карпат дали змогу уточнити їхні характеристики міцності та деформативності, як в природному так і в зволоженому стані, визначити реальний розрахунковий опір і за цими результатами удосконалити конструкції фундаментів опор мостів, які будували в гірських умовах Карпат. Виконані дослідження виявили значні резерви збільшення несучої здатності фундаментів опор мостів і підвищення їхньої економічної ефективності.

1. Ониськів Б.М., Сорока Я.В., Холод П.Ф. Исследование несущей способности и деформативности аргелитоподобных глинистых грунтов. – Львов: Сборник научных трудов № 212, 1987. 2. Ониськів Б.М., Сорока Я.В. Рекомендации по устройству буродобивных и буровставных свай в условиях залегания гравийно-галечниковых грунтов, подстилаемых прочными породами. – К., 1977. 3. Ониськів Б.М., Сорока Я.В. Устройство фундаментов опор мостов на буронабивных сваях. – К.: Информационный листок № 78-0245, 1978. 4. Ониськів Б.М., Сорока Я.В. и др. Способ изготовления буронабивных свай и устройство для осуществления способа. Авторское свидетельство № 614166. – М., 1978. 5. Ониськів Б.М., Сорока Я.В. Эффективный способ устройства буронабивных свай. Сборник научных трудов. – К., 1979. 6. Ониськів Б.М., Сорока Я.В., Холод П.Ф. Експериментальні дослідження роботи буронабивних палей $d = 1,0$ м при сумісній дії горизонтальних і вертикальних навантажень // Вісник НУ "Львівська політехніка". – Львів. – № 462, 2002.