



УДК 621.983

Холявік О.В., к.т.н., доц.

НТУУ "КПІ", м. Київ, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ГІДРОДИНАМІЧНОЇ АНАЛОГІЇ У ПРОЦЕСАХ ОБРОБКИ МАТЕРІАЛІВ ТИСКОМ (ОМТ)

Вперше метод ГДА для аналізу великих пластичних деформацій при прокатуванні застосовував І.В. Мещерський [1]. Теоретичні основи методу ГДА в аналізі задач пластичної течії розвивались в роботах Іллюшина А.А. [2] і Огібалова П.М. [3]. У вказаних роботах ГДА розглядалась, як перше наближення розв'язку задач пластичної течії із схожими граничними умовами [4]. В подальшому гідродинамічна модель суцільного середовища широко використовувалась для визначення напружено-деформованого стану при обробці металів тиском в Уральському політехнічному інституті під керівництвом І.Я. Тарновського [5].

Ефективність гідродинамічного моделювання пластичної деформації в процесах ОМТ, як першого наближення до реального процесу, була підтверджена експериментально на процесі волочіння виробів із складним профілем поперечного перерізу. Як відомо [6], основною проблемою калібрування інструменту при волочінні профілів, що відмінні від круглих, є раціональний вибір системи переходів від початкової заготовки до готового профілю. При розгляді двохзв'язної області, яка міститься між контурами заготовки і готового профілю, побудова калібрування волочильних філь'єр зводиться до визначення функції $\varphi = \varphi(x, y)$, (1), яка приймає задані значення на вхідному і вихідному контурі філь'єри при додатковій умові, що площа

контактної поверхні F є мінімальною. Так як функція $\varphi(x, y)$ задовольняє рівнянню Лапласа та граничним умовам:
$$\begin{cases} \varphi = 0 \text{ на } \gamma_0; \\ \varphi = l \text{ на } \gamma_1, \end{cases} \quad (2)$$

то методом ГДА досить легко побудувати сімейство екіпотенціальних кривих, котрі можуть служити контурами вхідного отвору чергового переходу і у відповідних поперечних перерізах його деформуючої поверхні. Для практичного використання вказаного методу Г.Я. Гун застосував ЕГД інтегратор побудови екіпотенціалей, створений в інституті гідромеханіки Академії наук УРСР [6, 7].

При визначенні профілю філь'єри для багатоопераційного волочіння дроту складного поперечного перерізу екіпотенціалі, побудовані за допомогою чисельних експериментів, повністю співпадають з контурами філь'єр, отриманих в результаті експериментів і практичного досвіду. Кожен з контурів являється лінією рівного потенціалу. Для їх побудови він використав запропонований у інституті гідромеханіки УРСР метод електродинамічних аналогій (ЕДА).

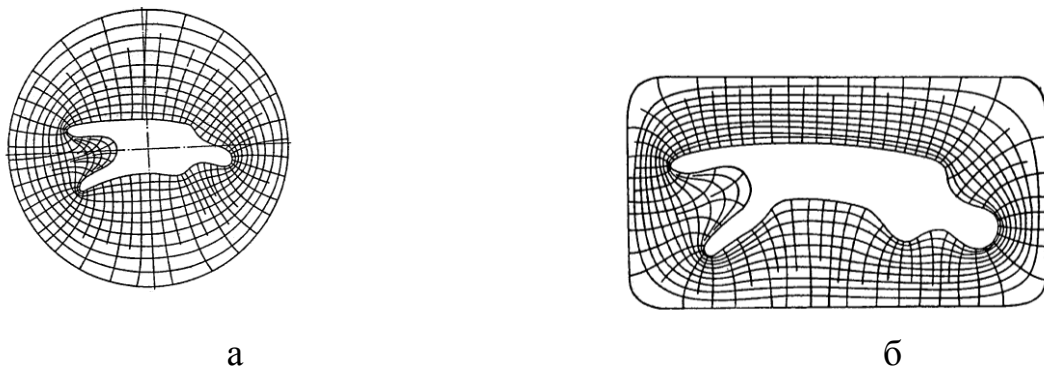


Рис. 1. Сімейства ліній току і екіпотенціалей при волочінні:
a – дроту для трубчастого кабелю з круглої заготовки; ***б*** – те саме, але з плоскої заготовки.



На рис. 1. та рис. 2. показані контури філь'єр при волочінні складних профілів, побудованих методом потенціалу і профілі, форма яких була побудована експериментально. Як видно вони практично співпадають.



Рис. 2. Побудова переходів для філь'єр графічним методом М.І. Зверєва з експериментальним корегуванням: а – для випадку а з Рис. 1.; б – для випадку б з Рис. 1.

Особливо продуктивною ГДА виявилась в варіаційних методах розв'язку задач ОМТ, коли поле кінематично можливих швидкостей металу в осередку деформації представляють полем швидкості ідеальної рідини з деякими параметрами, що задовольняють граничним умовам. Це дозволяє одержати так зване опорне рішення для компонент НДС, яке уточнюється шляхом варіації додаткових параметрів поля швидкостей, зокрема з використанням методу локальних варіацій.

Можливість застосування методу ГДА представляє інтерес для аналізу процесів витягування із листових матеріалів порожнистих виробів складної форми, зокрема для визначення раціональної форми вихідної заготовки і форми проміжних переходів при багатоопераційному витягуванні, які до



цього часу виконуються емпіричними методами і суттєво відрізняються у різних авторів.

Список літератури

1. *Мещерский И.В.* Гидродинамическая аналогия прокатки // Изв. Первого Петроградского политехнического ин-та. 1918. Т. 28. С. 141-179.
2. *Ильюшин А.А.* Пластичность / Ильюшин А.А. // М.-Л.: Гостехиздат, 1948. – 376 с.
3. *Огибалов П. М., Кийко И. А.* Очерки по механике высоких параметров. - М.: 1966. 272 с.
4. *Томленов А.Д.* Теория пластического деформирования металлов. – М.: Металлургия, 1972. - 408 с.
5. *Тарновский И.Я., Поздеев А. А., Ганаго О. А.* Деформации и усилия при обработке металлов давлением.- М.: Машгиз, 1959, 320 с.
6. *Гун Т.Я.* Пластическое формоизменение металлов / Т.Я. Гун, П.И. Полухин, В.П. Полухин и др. // М.: Издательство «Металлургия», 1968. - 420 с.
7. *Гун Г.Я.* Теоретические основы обработки металлов давлением (теория пластичности) / Г.Я. Гун. – М.: Металлургия, 1980. – 456 с.