

ОСОБЛИВОСТІ МАТЕМАТИЧНОГО ВІДТВОРЕННЯ ТУРБУЛЕНТНОГО ВИХРОУТВОРЕННЯ В ЗОНАХ ЗЧЕПЛЕННЯ КРИЛО-ФЮЗЕЛЯЖ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

¹Зілінка В.В., ²Шквар Є.О.

¹Державне підприємство «Антонов», Київ, Україна,
²Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», Київ, Україна

Забезпечення належної якості управління літальними апаратами (ЛА), особливо в ускладнених умовах пілотування, суттєво залежить від досконалості аеродинамічних характеристик. Однією з проблем, яка є потужним резервом покращення обтікання сучасних компонувань ЛА є моделювання інтерференційного вихроутворення при турбулентному обтіканні зон зчеплення крила з фюзеляжем (рис. 1).

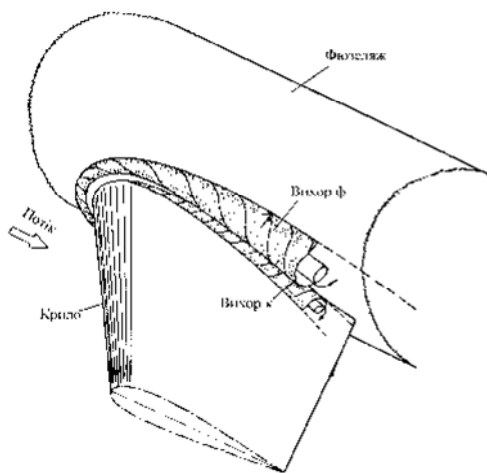


Рис. 1. Схематизована картина розвитку вихорів у зоні зчеплення крила з фюзеляжем

У практичному аспекті ця проблема зводиться до моделювання фізичних властивостей і закономірностей розвитку течії в області зчеплення аеродинамічних поверхонь. Подібного роду конфігурація може бути наближена спрощеною геометрією у вигляді повздожнього плоского чи криволінійного двогранного кута (рис. 2).

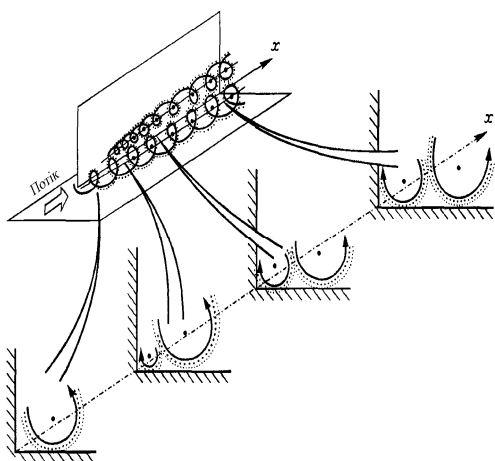


Рис. 2. Схема розвитку вторинних течій вздовж кутвої конфігурації

Стандартний набір реалізованих в сучасних програмних пакетах аерогідродинамічного спрямування (ANSYS, Flowvision та ін.) типових напівемпіричних моделей турбулентності не спроможний передбачити обумовлене градієнтами рейнольдсових напружень додаткове вихроутворення другого роду згідно класифікації Прандтля [1]. Як результат, при моделюванні турбулентного обтікання області зчеплення крила з фюзеляжем шляхом використання напівемпіричних моделей турбулентності, заснованих на осередненні Рейнольдса (RANS), шкідливий ефект інтерференції між цими елементами ЛА в місці їх зчеплення буде відтворюватися розрахунковим шляхом не у повному обсязі, що при вирішенні задачі формування оптимальної геометрії залізу зашкодить отриманню якісних результатів [2]. Ця обставина з одного боку призводить до необхідності використання більш довершених та складних модельних представлень турбулентного руху та, як наслідок, надмірного збільшення вимог до обчислювальних ресурсів, а з іншого – до потреби в надійному моделюванні багатомасштабної вихрової динаміки турбулентного примежового шару та належному відтворенні взаємодії між турбулентністю та штучним вихроутворенням [3]. Отримання навіть задовільного з точки зору проблем проектування розв'язку даної задачі не є можливим без використання сучасних технологій паралельних і, зокрема, розподілених обчислень та застосування сучасних підходів до моделювання турбулентності, таких як моделювання динаміки великих вихорів (Large Eddy Simulation) або переносу рейнольдсових напружень, які через надмірну ресурсовитратність та складність поки що не стали промисловими стандартами, а, отже, не втілені до цього часу в промислових обчислювальних пакетах. Саме тому дослідження авторів даної проблематики концентруються на розвитку цих перспективних технологій та моделей, а також їх впровадженні в практику аеродинамічного проектування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Прандтль Л. Новые результаты в исследовании турбулентности. // Проблемы турбулентности. – М., Л.: ОНТИ. – 1936.
2. Шквар Є.О. Математичне моделювання регулярних вихрових структур у куткових конфігураціях обтічних поверхонь. // Наукоємні технології. К. – 2011. – №1–2 (9–10). – С. 106–110.
3. Корнилов В.И. Пространственные пристенные турбулентные течения в угловых конфигурациях. Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 2000. – 399 с.