

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБЛЕДЕНЕНИЯ НА ПРОФИЛЕ КРЫЛА САМОЛЕТА

Л. Н. БАНГА¹

¹leocentbanga@gmail.com

ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий» (УУНТ)

Аннотация. При полете самолетов в атмосфере, содержащей переохлажденные капли воды (вода в жидкой фазе при отрицательной температуре), происходит обледенение летательного аппарата. Барьерный лед - обледенение крыла в форме валика или отдельных затеков за обогреваемой зоной крыла. Наличие барьерного льда приводит к ухудшению аэродинамических характеристик крыла летательного аппарата, что приводит к аварийным происшествиям. Мировая статистика показывает, что число летных происшествий, возникающих из-за опасных воздействий внешней среды, в общем балансе аварийности в авиации весьма значительно. Поэтому исследование влияния обледенения на аэродинамические характеристики крыла самолета является актуальной проблемой, связанной с безопасностью и регулярностью полетов.

Ключевые слова: Моделирование, обледенение, крыло самолета, аэродинамика, Ansys, FENSAP-ICE, DROP3D, ICE3D.

ВВЕДЕНИЕ

В области моделирования обледенения основная цель состоит в том, чтобы понять и смоделировать физику образования льда, попытаться предсказать форму ледяных щитов на основе условий полета и условий окружающей среды. Для этого необходимо предсказать траекторию капель и определить коэффициент осаждения (Collection efficiency) на рассматриваемом теле [1].

Обледенение самолета обычно происходит при полете в облаках, мокром снеге, переохлажденном дожде, тумане и мороси, а также в условиях повышенной влажности воздуха, как при отрицательной, так и при небольшой положительной температуре наружного воздуха. Наиболее часто возникает обледенение при температуре от 0 до -20°C (на высотах ниже 5000 м). Обледенение самолета на больших высотах полета встречается редко, но возможно в любое время года.

При малых скоростях полета отложение льда обычно происходит на передних кромках деталей самолета. Особую опасность для полета вызывает обледенение передних кромок крыла, стабилизатора, киля и воздухозаборников двигателей.

При больших скоростях значительно повышается температура поверхности самолета, отчего интенсивность обледенения и температуры воздуха уменьшается. Наибольшему нагреву подвергается передняя кромка крыла, стабилизатора и киля [2].

Методы и объект исследования включают расчетные программы, основанные на осредненных по Рейнольдсу уравнениях Навье – Стокса, и позволяют получить информацию о форме и размерах льда, распространении области обледенения на несущих поверхностях, а также влиянии ледяных наростов на аэродинамические характеристики самолета [3, 4].

На рис. 1 показан одностадийный расчет в программе FENSAP-ICE:].

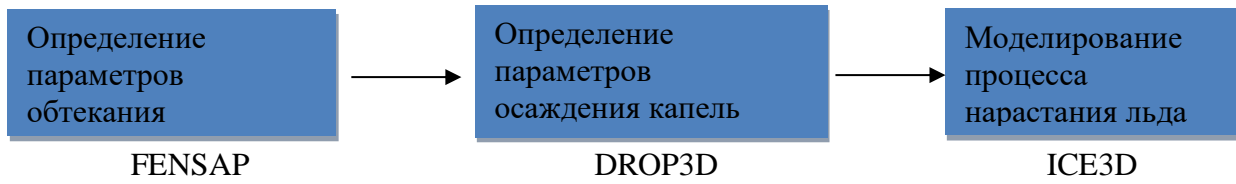


Рис. 1. Одностадийный расчет в программе FENSAP-ICE

Далее рассматриваются рис. 2–12.

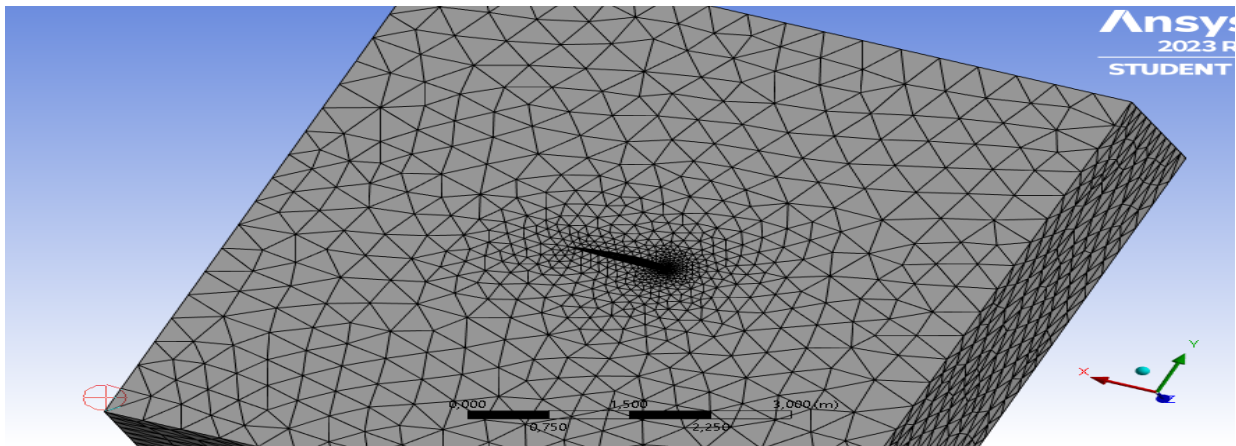


Рис. 2. Mesh крыла самолета в Ansys

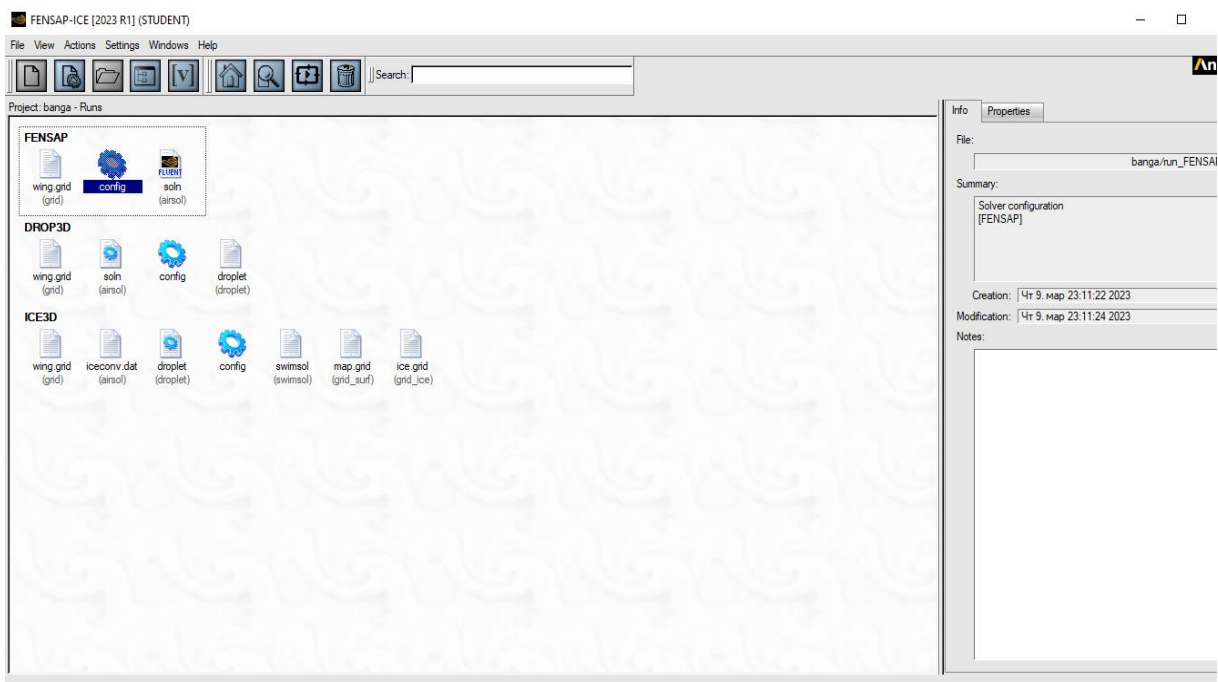


Рис. 3. Рабочий стол программного комплекса FENSAP-ICE

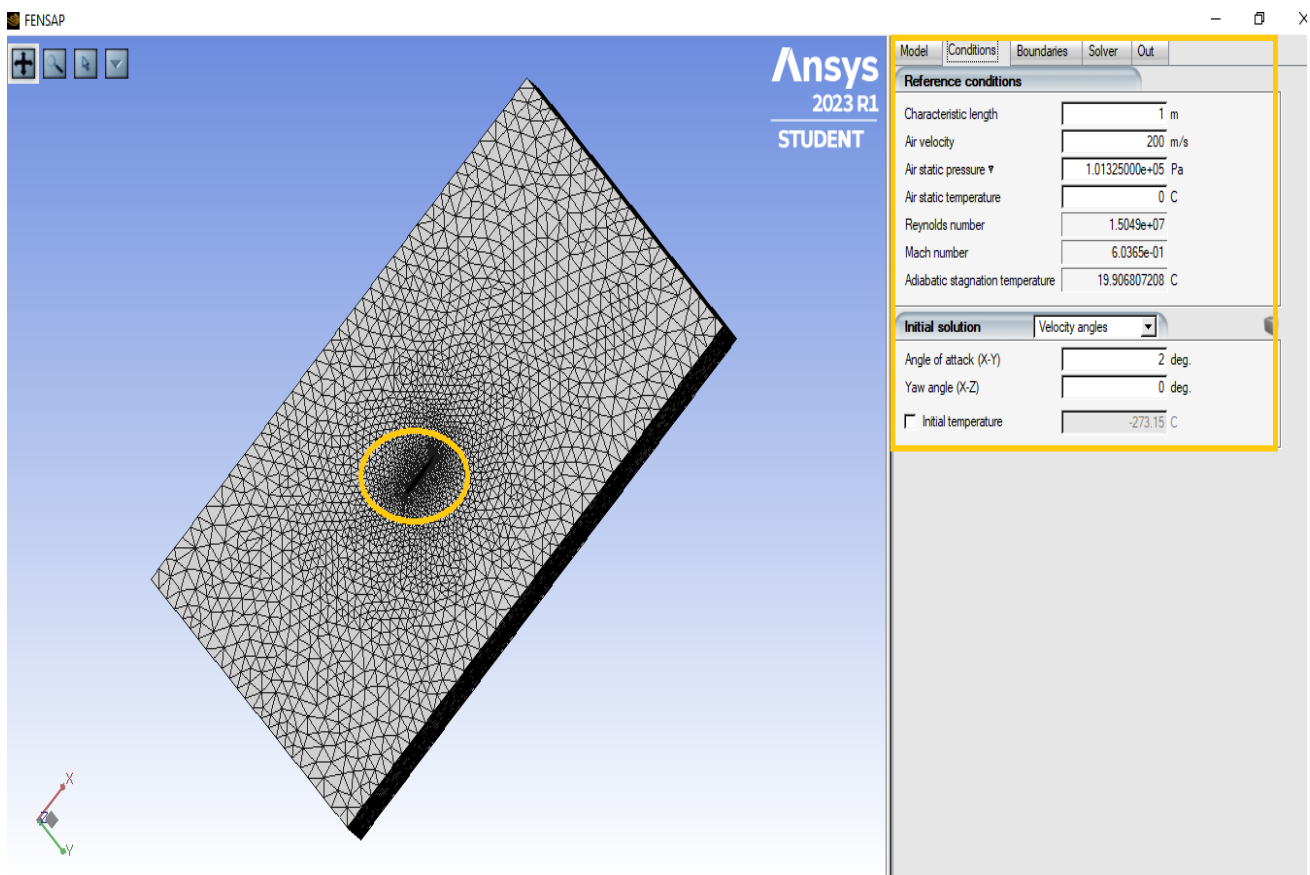


Рис. 4. Исходные данные

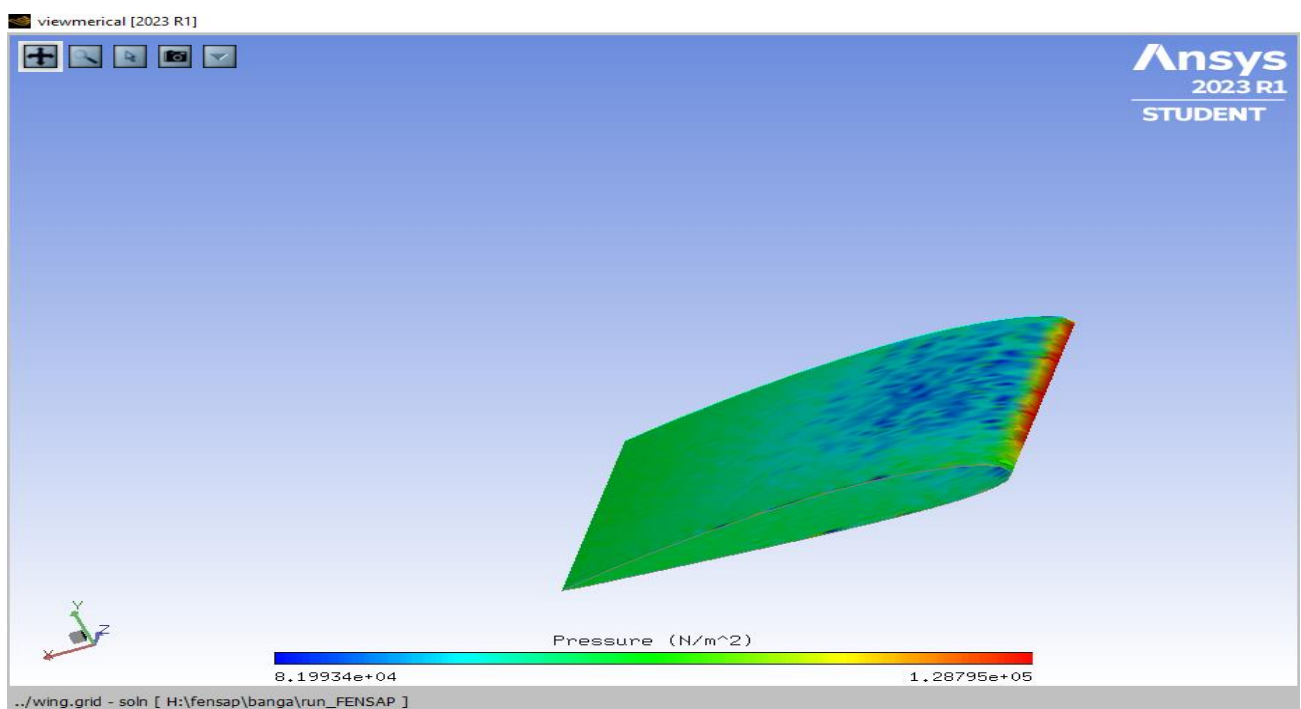


Рис. 5. Расчет полного давления

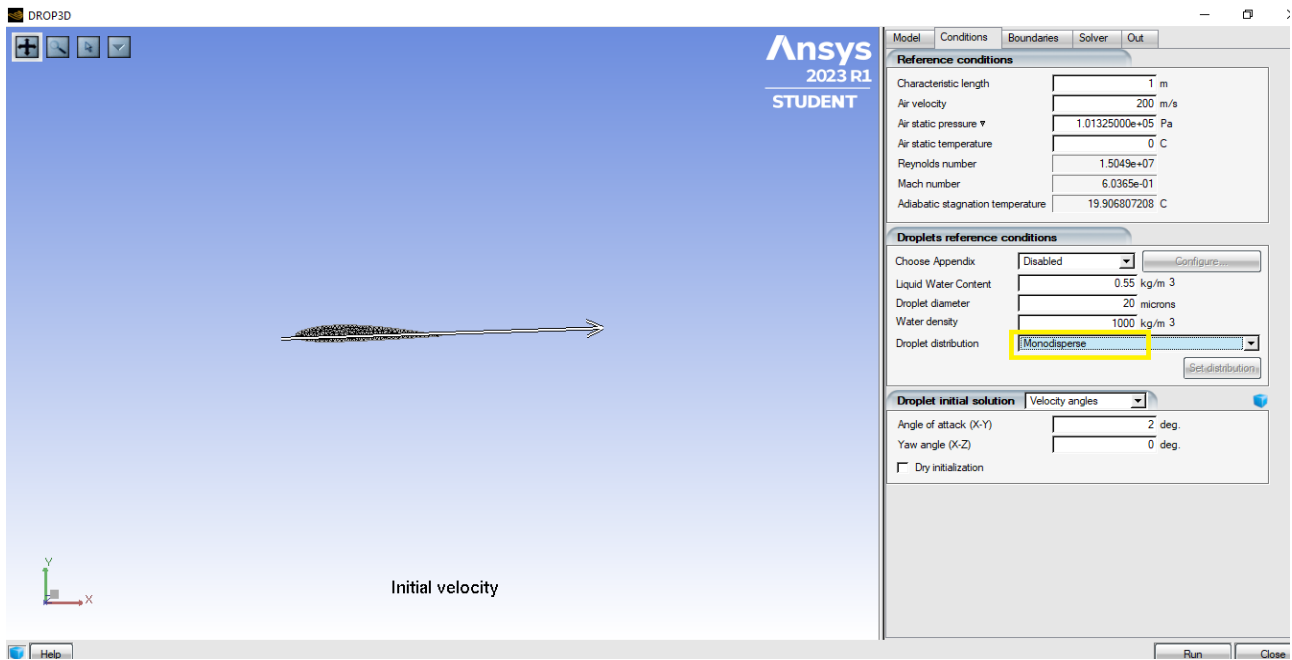


Рис. 6. Расчет с равномерными каплями (monodisperse)

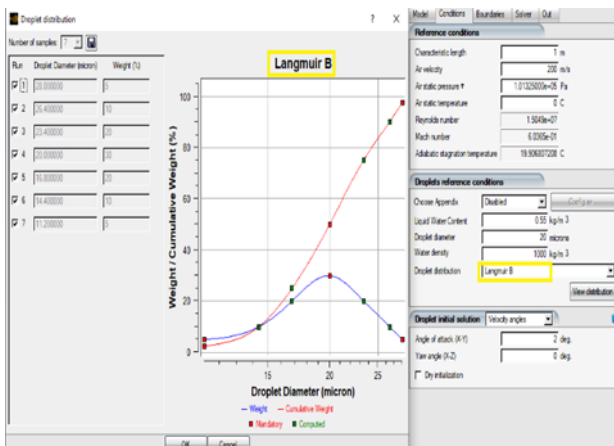


Рис. 7. Расчет модели Ленгмюра В

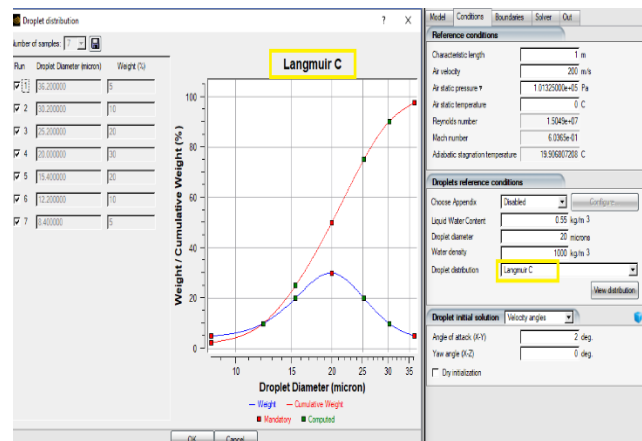


Рис. 8. Расчет модели Ленгмюра С

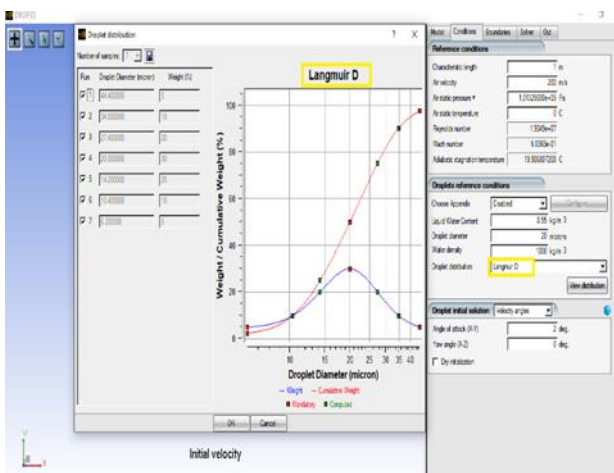


Рис. 9. Расчет модели Ленгмюра D

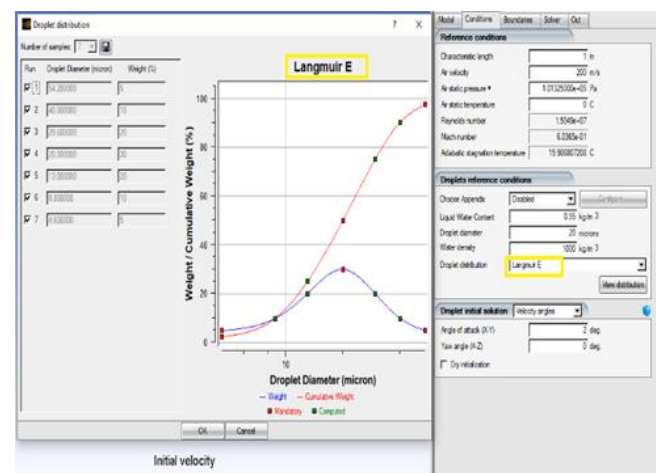


Рис. 10. Расчет модели Ленгмюра E

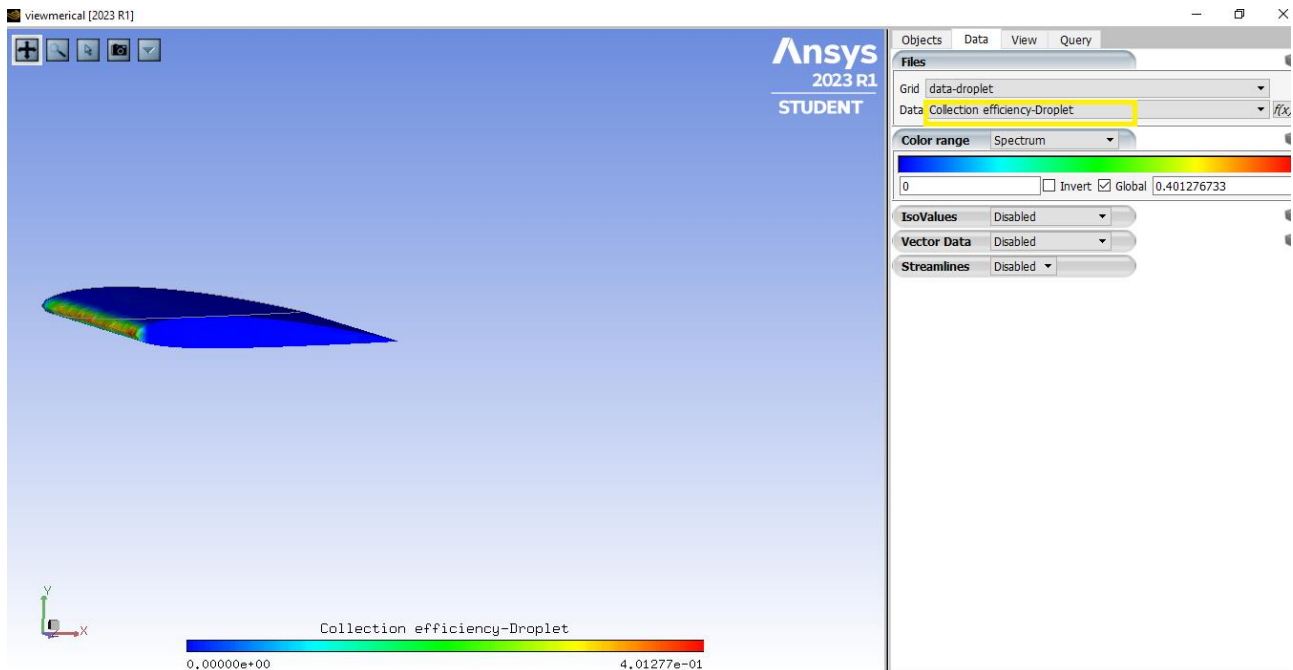


Рис. 11. Коэффициент осаждения

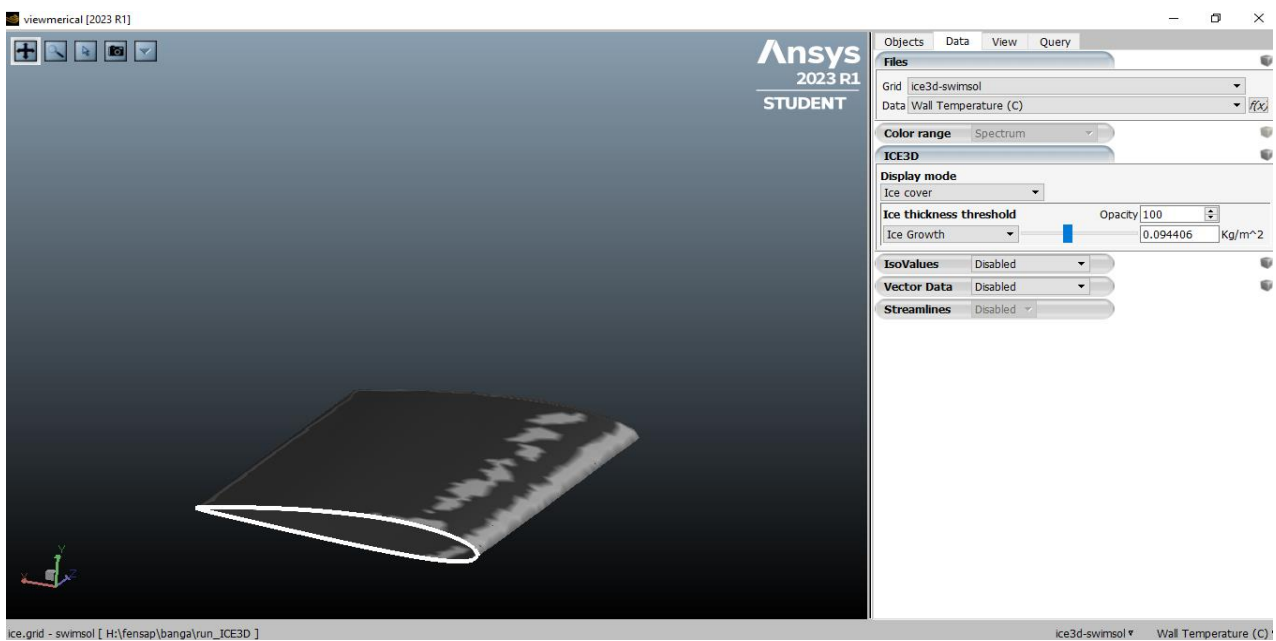


Рис. 12. Образование льда на поверхности крыла

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной статье представлены результаты моделирования поверхности крыла самолета с помощью программного комплекса FENSAP-ICE.

Дальнейшие исследования предполагается продолжить в направлении исследования методов борьбы с обледенением.

Автор выражает благодарность канд. техн. наук, доц. М. Н. Давыдову.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. TETL aircraft icing vf [Электронный ресурс]. URL: <http://www.aeroclub-bourg-en-bresse.com>. (дата обращения 24.03.2023).
2. D. PENA. Développement d'un code de givrage tridimensionnel avec méthode LEVEL-SET. Université de MONTREAL. 2016. 32 с.
3. Ansys FENSAP-ICE User Manual. С. 57–58.
4. Ansys FENSAP-ICE User Manual. С. 97.

ОБ АВТОРАХ

БАНГА-НГУЙЕ Леосент, маг. 2 курса каф. АД. Дипл. бак. техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей (УГАТУ, 2020). Готовит ВКР на тему обеспечение безопасности полетов в условиях обледенения.

METADATA

Title: Modeling of icing processes on a wing profile.

Affiliation: Ufa University of Science and Technology (UUST), Russia.

Email: ¹leocenttbanga@gmail.com.

Language: Russian.

Source: Molodezhnyj Vestnik UGATU (scientific journal of Ufa University of Science and Technology), no. 2 (28), pp. 42-47, 2023. ISSN 2225-9309 (Print).

Abstract: When aircraft are flying in an atmosphere containing supercooled water droplets (water in the liquid phase at a negative temperature), the icing of the aircraft occurs. Barrier ice is the icing of the wing in the form of a roller or individual drips behind the heated area of the wing. The presence of barrier ice leads to a deterioration in the aerodynamic characteristics of the wing of the aircraft, which leads to accidents. World statistics show that the number of flight accidents arising from dangerous environmental influences in the overall balance of accidents in aviation is very significant. Therefore, the study of the effect of icing on the aerodynamic characteristics of the aircraft wing is an urgent problem related to the safety and regularity of flights.

Key words: Modeling, icing, aircraft wing, aerodynamic, Ansys, FENSAP-ICE, DROP3D, ICE3D.

About authors:

BANGA-NGUIE, Leocent, Master Student, FSBEI «Ufa University of science Technology (UUST).