

带螺旋开口翅片的绕管负压换热器双场耦合模拟

王坤祥¹

1. 中国科学院理化技术研究所，制冷与低温工程，海淀区中关村东路29号，北京市，100190

引言：超流氦低温制冷系统的正常运行离不开负压换热器，与一般的换热器不同，因其特殊的工作环境以及对其性能的苛刻要求，此种换热器的设计更加困难。在此主要模拟研究了一种绕管式的负压换热器流场和温度场的耦合，此种换热器的工况为2K - 4.45K，低压侧（外部直管）的压力在3kPa左右，流动工质为液氦（内部绕管）和气氦（外部直管），内、外管材料分别为铜和不锈钢。其中，变物性的影响需要考虑在内，而且是十分重要的一方面。[1]

结果：基于仿真得到的结果如下。

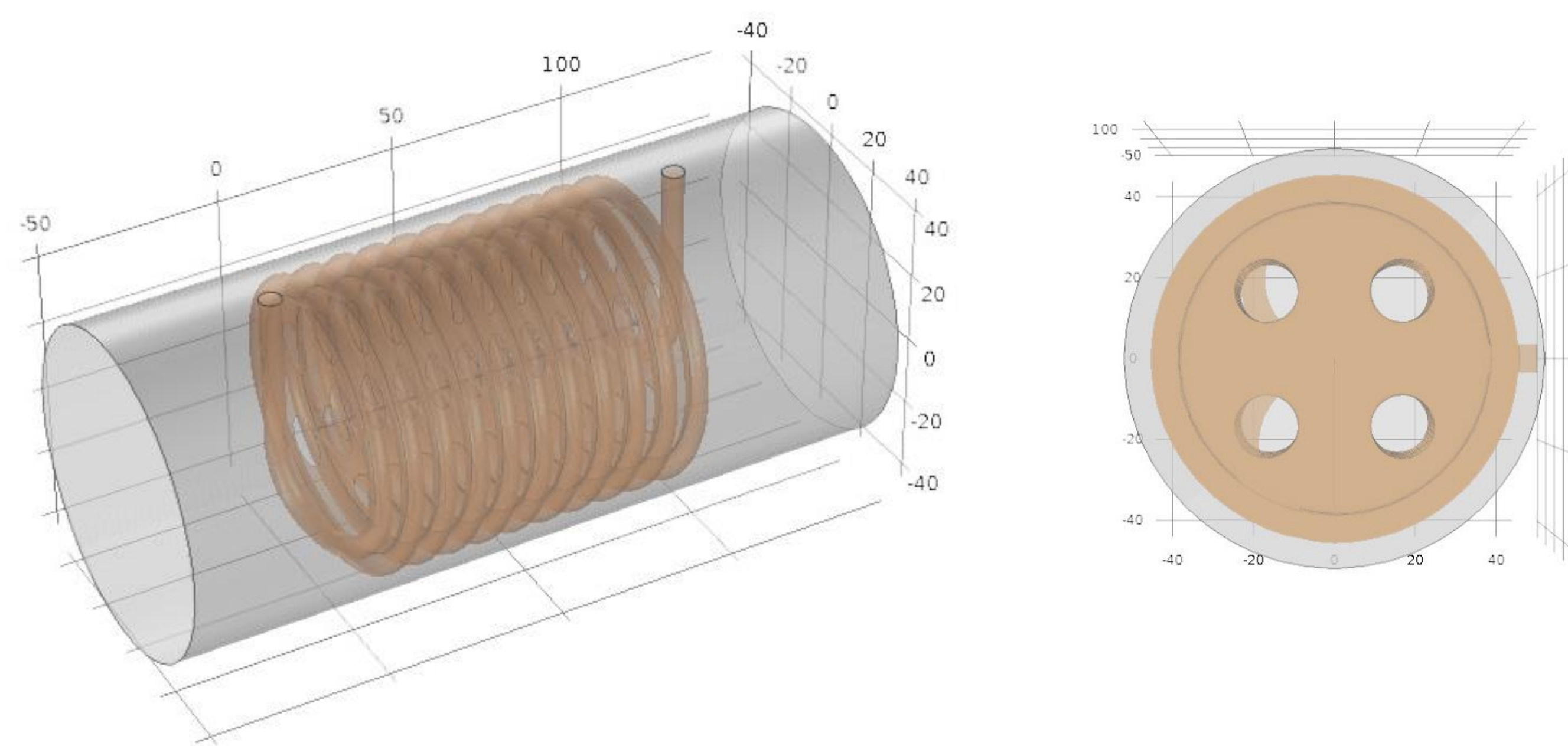


图 1. 负压换热器结构图

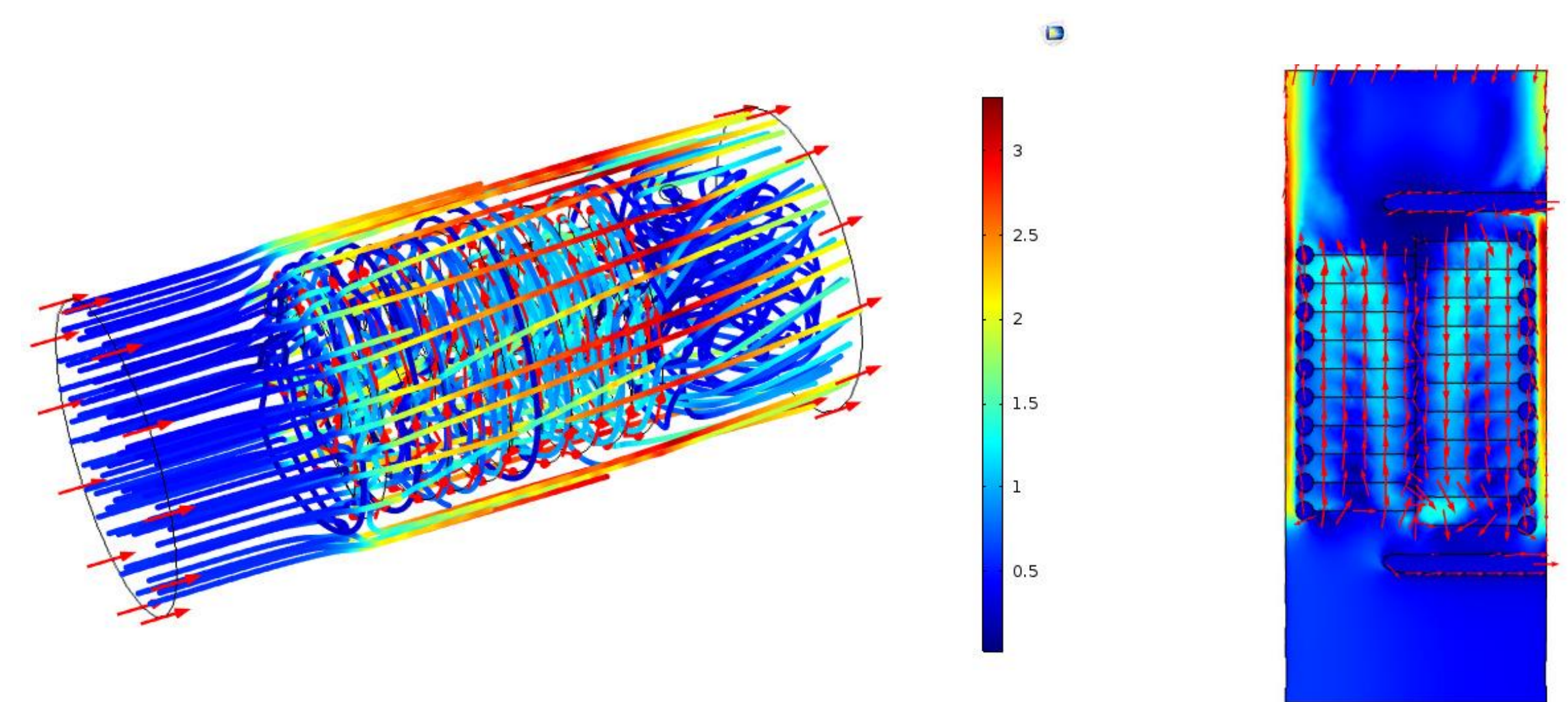


图 3. 速度场 (m/s)

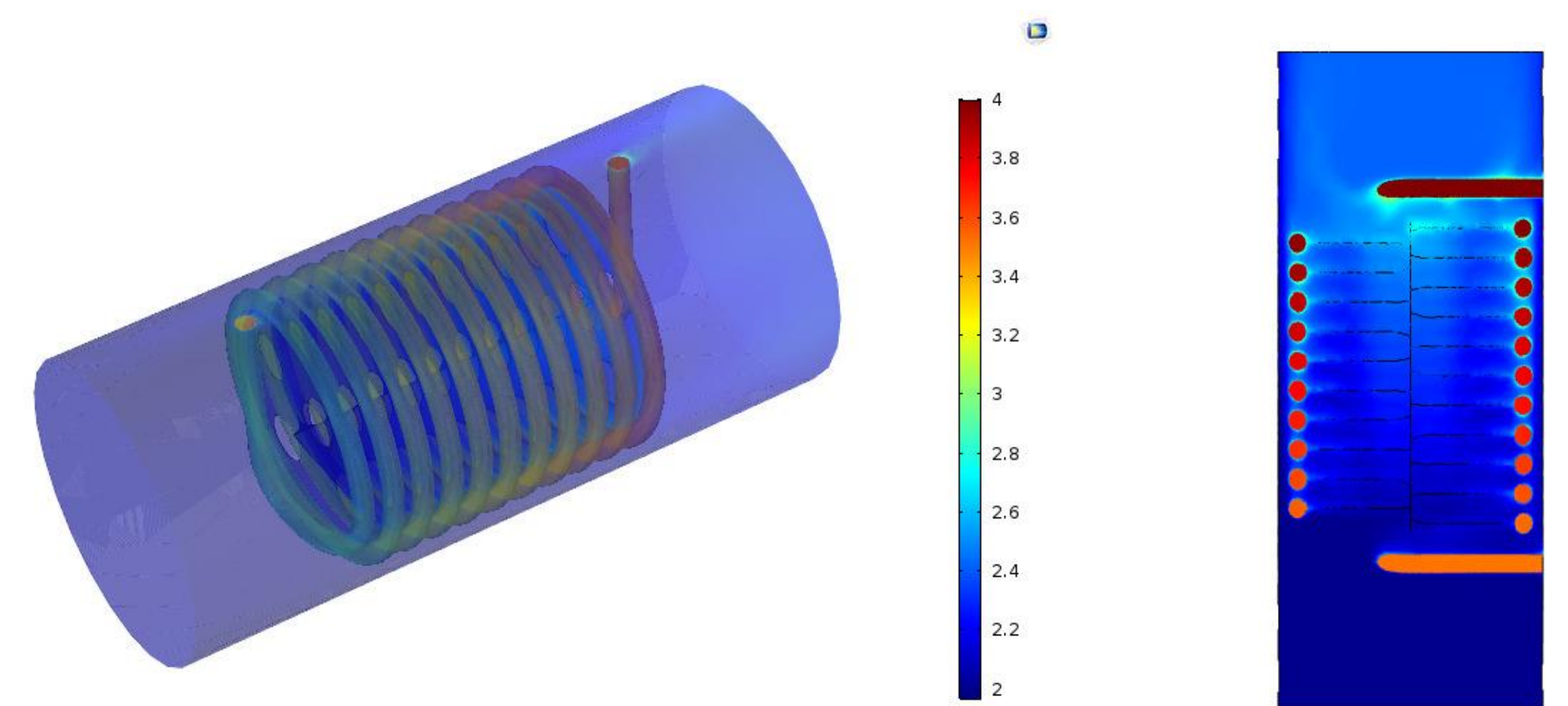


图 4. 温度场 (K)

计算方法：该模型中使用的模块以及边界条件

COMSOL Multiphysics
CAD Import Module
CFD Module
Heat Transfer Module
LiveLink™ for SOLIDWORKS®
LiveLink™ for EXCEL®

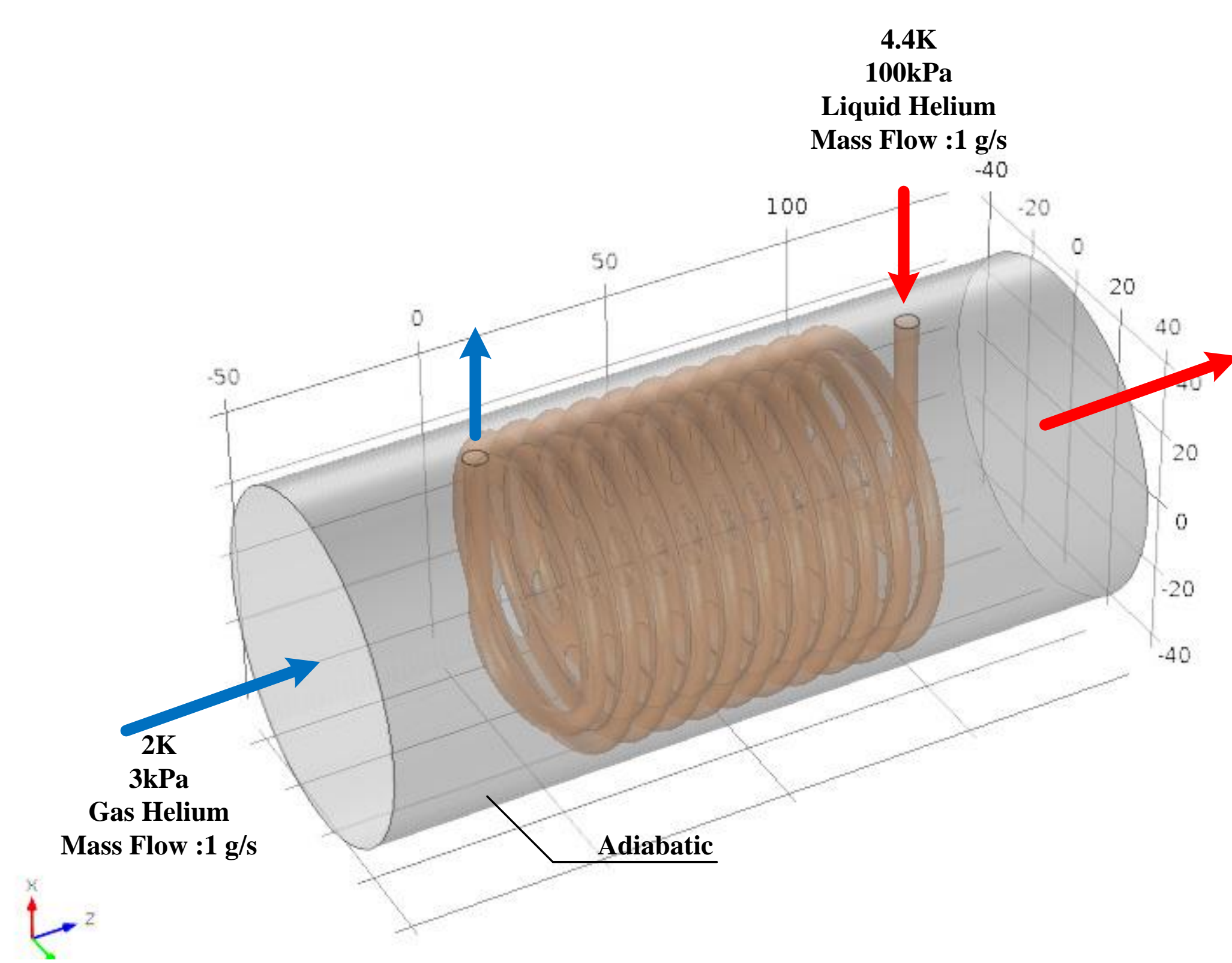


图 2. 模型边界条件设定

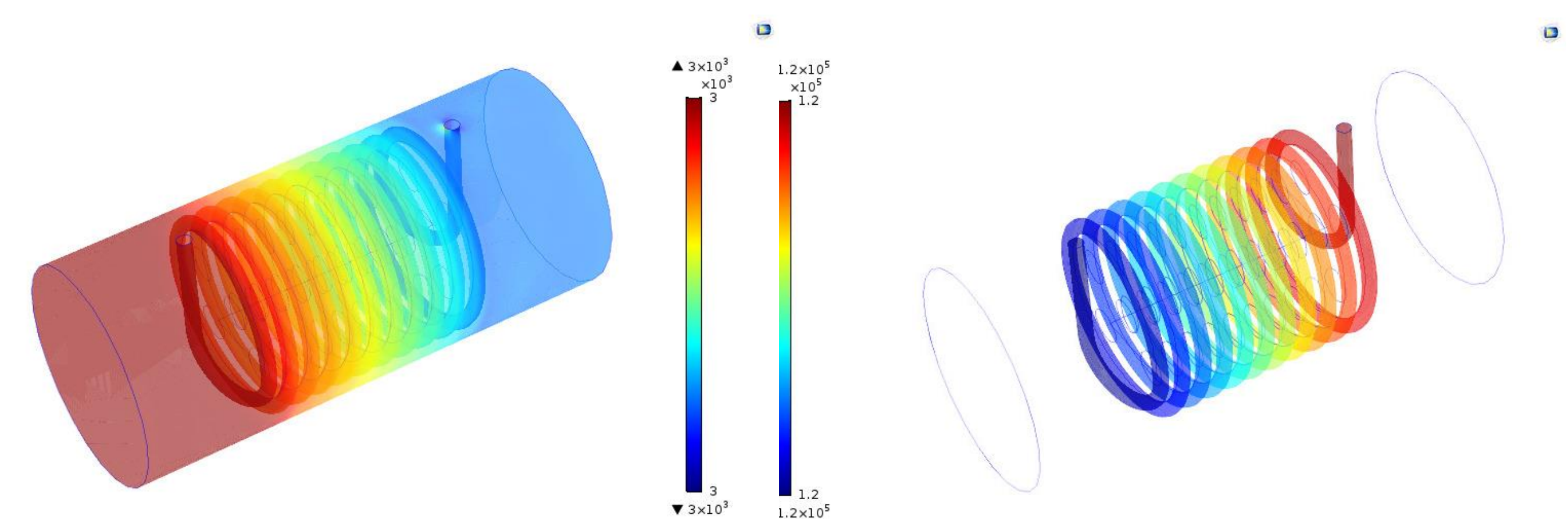


图 5. 内外管道的压力场 (Pa)

结论：求解结果定性上是正确的。但是要达到实际要求的换热效果，需要更多匝数的绕管，对计算机的硬件要求很大，此模拟仅保留了十匝绕管。后续如果计算机硬件允许，可以模拟更多匝数的换热器。

参考文献：

1. 王坤祥，朱伟平，龚领会。超流氦系统负压换热器研究进展[J]。低温与超导，04:22-25(2016)。