

?????? ?????E, ?????? ??? ?????????? ?????????? ?????? ?????? ?????? ??????, ? ??? ? ?? ?
 ?????????????????, ??????? ?? ?????????? ?????????? ??????? ? ?? ??? ????? ????? ??????????????. ?? ???
 ?? ??????????????? ?? ?????, ? ?? ??????????????? ?????????? ??????, ??? ????? ? . ? . ? ?????, ??????? ??
 ??????? ??????. ?????? ?????? ?????????? ?? ??????? ??????, ??? ??? ?? ?????????????? ?????????
 ?????????????? ????? (?????????) ? ????? ?????? ??? ?????????????? ?????????? (????????), ? ? ?????? ??
 ??????? ?????????????? ??????. ????????????????? ? . ? . ?????? ?? ?? ?????? ?????????? ??????? ??? ?????
 ??? ?????????????????? (?????? ??????? ??????? ? ?????? ?????? ??????????????) ? ??????????????????
 (???????? ??????? ????????????? ?????????? ??????). ? . ? . ?? ?????? ?? ?????????????? ?????? ?????? ??? ?? ??:
 ?????? ?? ?????? ?????? ?????????????? ?????????????? ?????? (?????, ???????????), ?????? ?? ?????? ??????
 ?????????????? ?????????????? ?????? (?????????, ?????????????? ?? ??????????? ?? ?????? ??????) ? ?????? ??
 ?????? ?????????????? ?????????????????? ?????? (? . ? . ?? ?????? ??????????, ??????? ?????????????? ?????????? ?
 ??.). ? ?????? ?????? ?????? ?? ?????? ??????? ?????????????? ?????????????? ??????????????, ? ??? ???? ??
 ?????? ?? ?????? ?????? ??????. ? . ? . ?? ?????? ?? ?????????????? ?????? ?????? ?????????????????? ??? ? ?
 ????? ? ??????. ?????? ?? ?????????? ?????????????? ?????????, ?? ?? ?????????? ?????? ??????????. ?????? ??
 ??????????? ??????? ??????? ?????????????????? ?????????? ?????????????????? ??? ??? ??, ?? ??????? ?? ???????
 ??????? ???????, ?????? ??????????? ? ?? ??? ? . ? . ?? ?????? ?? ?????? ??????????. ??????????????????
 ??????? ??????? ?????????????????? ?? ? ??????? ??????????? ??????? (?????? ?? ??????? ??????????????)
 ????????? ? ?????????????????????? ??????? ?????????????? ??????? ?????????), ??????? ?????????????????? ???????
 (?????? ?? ?????? ?????????? ??????, ?????????????? ?????? ?????????????? ?????? ?????? ? ?????? ?????????????
 ??????? ??????) ? ??????? ?????????????????????? ???????, ?????????????? ? ?????????????????????? ???????
 (?????????).

[illegible]

2. 2. ? ????? ? ?????? ????? ????? ?????????????? ?????????? ? ??????????. ?????? ?????, ??????????? ?
 ??????? ? ??? ? ?????? ?????????????? ?????????? ??? ? ? ????????? ? ?????? ??????????. ?????? ??? 1905
 (?????? ????? ?????????) ?????? ?? ? ? ??????? ????????? ?????????????? ??????????? ? ?????? ??? ?
 ?????? ??? ? ?????? ????????? XIX ?. ??????? ??????? ?? ??????????? ??????? ????????? ?????? ??
 ???????, ???????????????, ? ??????? ? ?????????? ??????????????. ??????????? ?????? ??????????? ?? 1846. ??
 ??????????? ??????????? ??????? ??????, ????????????? 1863, ? ??????? ?? ?????? ?????????? ??? ? ? ?????? ??
 ??????????????? ?????? ? ?????????? ??????????????: 1873. ????????? ? ????? ? ????????? (???????? ??????),
 1887. ????? ? ????????? (???????? ??????) ? 1895. ?????????? ?????????????? (????? ?????????????). ??

???????? ??????????? ?????? ? ?????? ?? ??????? ????????????? ?????????? ?, ???????, **г. г.** ? ?????? ??
 ?????????? ??????? ?? ?? ?? ???. ?????? ?????????????, ??? ? ? ? ?????????? ?????????? ? ?????????
 ?????? ? ?????? ? ?????? ????????????? ?????????? ?????? ? ?????-????????? ?????? ? ??????????? 1881. ??
 ?? ??????? ?????????? ?? ?????????? ????????????? ???? ??????, ? ?????? ????????????? ? ? ??????????????
 ??????? ??????? ???? **г. г.** ?? ????????? ? ?????-????????? ??????. ? ????????????? ? **г. г.** ??????????? ??
 ????? ? ? ??????? ?????????? ?????, ?????????? ?? ?? ???? ????????????? ??????????????? ???? ?? ??
 ?????????.

?? ?????? ?????????? ?? ? ?????????? ??????? ?????? ?????????? ?????? ?? ??????????? ?????????????? ?????????????? ?????????????? ?????? ?????????????? ?????????????? ? ??????????, ?????????? ??????????????? ??. ?. ? ?????????? ?????????? ?????????????? ?? ? ?????????????? ?????????????? ?? ?????????????? ?????????????? ?????? ? ?????? ??????, ????. ?. ? ?????, ? ?????????? ? ? ?????????????? ? ??????????.

? ????????? ?? 1990. ?? ?????? (??????? ??????????) ??????? ?????? ??????????????, ?????? ?????????? ? ?????? ?????????????? ?????????? ?????????? ?? ?????????????? ?????????????? ?????????? ? ?????? ?????????????? ?????????? ? ?????????????? ?????????????? ? ?????????????????????? ? ?????? ?????????? ?????????????????? ?? ??? ??????????????. ????? ?????????? ?? ?????????? ?????? ?????????????? ??????????????????, ?????????????? ?????????????????? ?????????? ?????????????????? ?????????? ? ?????? ?????, ????? ?? ?? ?????????? ?????????? ?? ?????? ?????????????????? ?????????? ??????????????????, ?????????????? ?????????????????? ?????????? ?????????????????? ?????????? ? ??????????????, ????????? ?????????????????? ?????????? ?????? ?? ?????????????? ??. ?., ?????? ? ?????????? ?????????? ?????????????????? ??? ?????????? ?? ?????????, ? ??????? ?????????????? ?? ? ?? ?????????????????? ? ?????????? ?????????????? ?????????????? ?? ?????????????? ??? ??????.

?????????????: ?. ?. ?????????, ????????? ????????? I, ?? 1980; ????????? ????????? ?????????????????, ?? 1982; S. Kalpakjian, S. Schmid, *Manufacturing Engineering & Technology*, Upper Saddle River, New Jersey 2009.

?????? ?. ??????????

*?????? ?? ?????????? ? 1. ?????? I ?????? ??????? ?????????????????? (2010)