

**К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ, ОБЪЕМА
И ПЛОЩАДИ КРИВОЛИНЕЙНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПО ФОРМЕ
СИДЯЧИХ ПУЗЫРЬКОВ ИЛИ ВИСЯЧИХ КАПЕЛЬ**

В. И. МЕЛИК-ГАЙКАЗЯН

(Представлена научно-методическим семинаром ХТФ)

Бесконтактное определение поверхностного натяжения σ , объема V и площади криволинейной поверхности Π сидячего пузырька или висячей капли необходимо при исследовании механизма различных явлений, например адсорбции, растекания, прилипания и т. д., представляющих интерес соответственно для пенной флотации и электрохимии на капельном электроде.

Наиболее простым и вместе с тем достаточно точным способом определения σ по форме висячей капли является способ Андреса, Хаузера и Тукера [1], по которому эта форма, если она имеет вертикальную ось симметрии, выражается отношением диаметров двух горизонтальных сечений: экваториального d_e и отнесенного к нему диаметра сечения d_s , проведенного от вершины O (рис. 1) на расстоянии, равном d_e . Для упрощения вычислений эти авторы составили специальную таблицу, скорректированную впоследствии Фордхемом [2] на основе проведенных им дополнительных численных решений уравнения Лапласа для 11 значений $\beta < 0$, промежуточных к 5, использованным ранее из соответствующих таблиц Башфорта и Адамса [3].

Следует отметить, что сосчитанные таблицы [1, 2], оказавшиеся весьма полезными при определении σ расплавленных металлов, солей и вязких растворов, охватывают интервал форм β от $-0,25$ до $-0,6$, т. е. не могут быть использованы в случае пузырьков газа, меньших 3 мм в диаметре, или капель ртути, меньших 2 мм, представляющих наибольший интерес для флотации и электрохимии. Кроме того, в тех случаях, когда основания пузырьков (капель) не ограничены, их высоты могут быть меньшими экваториального диаметра, и это также исключит приложение к ним сосчитанных для этого метода таблиц [1, 2].

В настоящей статье приведены таблицы для вычислений σ , V и Π по измерениям, произведенным на контуре меридионального сечения любых сидячих пузырьков или висячих капель, имеющих экватор и высоту, лежащую в интервале от 0,7 до 1,2 диаметра ее экватора. Для составления этих таблиц потребовалось произвести около ста численных решений уравнения Лапласа для значений β от $-0,0025$ до $-0,6$, причем главным образом для малых по абсолютной величине значений β [4].

Методика определения σ по таблицам. На негативе фотоснимка изображения капли или пузырька измеряются, например, на измерительном микроскопе УИМ-21, диаметр экватора d_e и диаметр сече-

ния d_s , проведенного на расстоянии $h = \kappa : d_e$ от вершины формы в точке O (рис. 1), причем значения κ могут быть соответственно равными: 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,1 и 1,2. По величине отношения этих диаметров $S = d_s/d_e$ по таблицам III для выбранного κ находится величина β , характеризующая данную форму. Для проведения дальнейших вычислений необходимо определить величину b , равную радиусу кривизны поверхности в точке O и являющуюся единицей масштаба во всех приведенных в статье таблицах. В таблице II для найденного β находится величина $\left(\frac{x}{b}\right)_{90^\circ}$. Частное деления от фактической величины диаметра экватора d_e на удвоенную величину $\left(\frac{x}{b}\right)_{90^\circ}$ даст значение b , причем в размерности, выбранной для d_e .

Вычисление σ производится по следующему соотношению

$$\sigma = \frac{g(D_1 - D_2)b^2}{\beta},$$

где D_1 и D_2 — плотности граничащих фаз, g — ускорение силы тяжести.

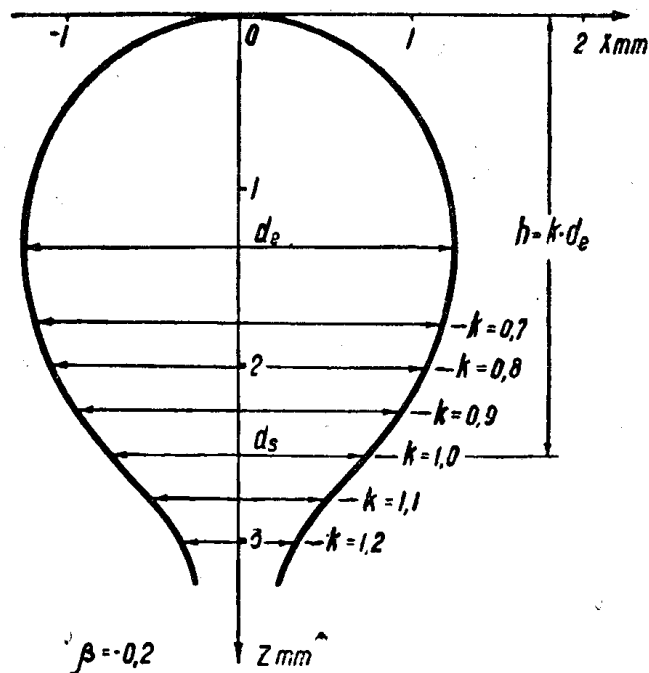


Рис. 1. Профиль сидячего пузырька (висячей капли) с формой $\beta = -0,2$ с указанием принятых обозначений и уровней κ , для которых сосчитаны таблицы.

Точность определения σ зависит от точности измерений, проведенных на микроскопе, точности оценки увеличения при фотографировании и величины искажений при фотографировании.

Некоторым критерием надежности полученных результатов может быть совпадение значений β , определенных для различных уровней κ .

Методика определения объема V . Величина объема пузырька или капли может быть легко определена из произведения b^3 и величины $\left(\frac{V}{b^3}\right)_\kappa$, найденной из таблиц IV для данных β и κ .

ТАБЛИЦА II

$\frac{x}{b} ; \varphi = 90^\circ$											
$-\beta$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0,00	1,00	000	017	033	050	067	084	100	117	134	151
0,01		168	185	201	218	235	252	269	286	303	320
0,02		337	354	371	388	405	422	439	457	474	491
0,03		508	525	543	560	577	594	612	629	646	664
0,04		681	699	716	734	751	769	786	804	821	839
0,05		856	874	891	909	927	944	962	980	998	015
0,06	1,01	033	051	069	087	105	122	140	158	176	194
0,07		212	230	248	266	284	302	321	339	357	375
0,08		393	411	430	448	466	485	503	521	540	558
0,09		576	595	613	632	650	669	687	706	725	743
0,10		762	780	799	818	837	855	874	893	912	931
0,11		949	968	987	006	025	044	063	082	101	120
0,12	1,02	139	158	178	197	216	235	254	274	293	312
0,13		332	351	370	390	409	429	448	468	487	507
0,14		526	546	566	585	605	625	644	664	684	704
0,15		724	744	763	783	803	823	843	863	883	903
0,16		923	943	964	984	004	024	045	065	085	105
0,17	1,03	126	146	167	187	207	228	248	269	290	310
0,18		331	352	372	393	414	434	455	476	497	518
0,19		539	560	581	602	623	644	665	686	707	728
0,20		750	771	792	813	835	856	878	899	920	942
0,21		963	985	007	028	050	072	093	115	137	159
0,22	1,04	180	202	224	246	268	290	312	334	356	378
0,23		401	423	445	467	490	512	534	557	579	601
0,24		624	647	669	692	714	737	760	782	805	828
0,25		851	874	897	920	943	966	989	012	035	058
0,26	1,05	081	104	128	151	174	198	221	245	268	292
0,27		315	339	362	386	410	434	457	481	505	529
0,28		553	577	601	625	649	673	697	722	746	770
0,29		795	819	844	868	893	917	942	966	991	016

ТАБЛИЦА III

$S; h = 0.70 d_e$											
$-\beta$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0,00	0,91	652	669	687	704	722	739	756	774	791	809
0,01		826	843	861	878	896	913	930	948	965	983
0,02	0,92	000	017	035	052	070	087	104	122	139	157
0,03		174	191	209	226	243	261	278	295	312	330
0,04		347	364	381	399	416	433	450	467	485	502
0,05		519	536	553	571	588	605	622	639	657	674
0,06		691	708	725	743	760	777	794	811	829	846
0,07		863	880	897	914	931	949	966	983	000	017
0,08	0,93	034	051	068	085	102	120	137	154	171	188
0,09		205	222	239	256	273	290	307	324	341	358
0,10		375	392	409	426	443	460	476	493	510	527
0,11		544	561	578	595	612	629	645	662	679	696
0,12		713	730	747	763	780	797	814	831	847	864
0,13		881	898	915	931	948	965	982	999	015	032
0,14	0,94	049	066	082	099	116	133	149	166	183	199
0,15		216	233	249	266	282	299	316	332	349	365
0,16		382	399	415	432	448	465	482	498	515	531
0,17		548	565	581	598	614	631	647	664	680	697
0,18		713	730	746	763	779	796	812	829	845	862
0,19		878	894	911	927	944	960	976	993	009	026
0,20	0,95	042	058	075	091	107	124	140	156	172	189
0,21		205	221	238	254	270	287	303	319	335	352
0,22		368	384	400	417	433	449	465	481	498	514
0,23		530	546	562	578	594	611	627	643	659	675
0,24		691	707	723	739	755	771	787	803	819	835
0,25		851	867	883	899	915	931	947	963	979	995
0,26	0,96	011	027	043	058	074	090	106	122	137	153
0,27		169	185	200	216	232	248	263	279	295	310
0,28		326	342	357	373	389	405	420	436	452	467
0,29		483	499	514	530	545	561	577	592	608	623

ТАБЛИЦА III

$S; h = 0,80 d_e$											
$-\beta$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0,00	0,80	000	040	080	120	160	200	239	279	319	359
0,01		399	439	478	518	558	598	637	677	717	756
0,02		796	836	875	915	954	994	033	073	112	152
0,03	0,81	191	230	269	308	347	387	426	465	504	543
0,04		582	621	659	698	737	776	814	853	892	930
0,05		969	008	046	085	123	162	200	239	277	316
0,06	0,82	354	392	431	469	507	546	584	622	660	699
0,07		737	775	813	851	889	927	965	003	041	079
0,08	0,83	117	155	192	230	268	306	343	381	419	456
0,09		494	531	569	606	644	681	718	756	793	831
0,10		868	905	942	980	017	054	091	128	166	203
0,11	0,84	240	277	314	351	388	426	463	500	537	574
0,12		611	648	685	721	758	795	832	869	905	942
0,13		979	016	052	089	125	162	198	235	271	308
0,14	0,85	344	380	417	453	490	526	562	599	635	672
0,15		708	744	780	817	853	889	925	961	998	034
0,16	0,86	070	106	142	178	214	250	285	321	357	393
0,17		429	465	500	536	572	608	643	679	715	750
0,18		786	822	857	893	928	964	000	035	071	106
0,19	0,87	142	177	213	248	284	319	354	390	425	461
0,20		496	531	567	602	637	673	708	743	778	814
0,21		849	884	919	954	989	025	060	095	130	165
0,22	0,88	200	235	270	305	340	375	409	444	479	514
0,23		549	584	619	653	688	723	758	793	827	862
0,24		897	932	966	001	035	070	105	139	174	208
0,25	0,89	243	278	312	347	381	416	450	485	519	554
0,26		588	622	657	691	725	760	794	828	862	897
0,27		931	965	999	034	068	102	136	170	205	239
0,28	0,90	273	307	341	375	409	443	477	511	545	579
0,29		613	647	681	715	749	783	816	850	884	918

ТАБЛИЦА III

$S; h = 0,90 d_e$										
$-\beta$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,00	0,6 0000	0101	0202	0303	0404	0505	0605	0704	0804	0903
0,01	1003	1101	1199	1298	1396	1494	1591	1687	1784	1880
0,02	1977	2072	2167	2262	2357	2452	2546	2640	2733	2827
0,03	2921	3013	3106	3198	3291	3383	3474	3565	3657	3748
0,04	3839	3929	4019	4109	4199	4289	4378	4467	4555	4644
0,05	4733	4821	4908	4996	5083	5171	5258	5344	5431	5517
0,06	5604	5689	5775	5860	5946	6031	6115	6200	6284	6369
0,07	6453	6537	6620	6704	6787	6871	6954	7037	7119	7202
0,08	7285	7367	7449	7530	7612	7694	7775	7856	7937	8018
0,09	8099	8179	8259	8340	8420	8500	8580	8659	8739	8818
0,10	8898	8977	9056	9134	9213	9292	9370	9448	9526	9604
0,11	9682	9759	9836	9914	9991	0068	0145	0221	0298	0374
0,12	0,7 0451	0527	0603	0679	0755	0831	0906	0981	1057	1132
0,13	1207	1282	1356	1431	1505	1580	1654	1728	1802	1876
0,14	1950	2023	2097	2170	2244	2317	2390	2463	2536	2609
0,15	2682	2754	2827	2899	2972	3044	3116	3188	3260	3332
0,16	3404	3476	3547	3619	3690	3762	3833	3904	3975	4046
0,17	4117	4188	4258	4329	4399	4470	4540	4610	4680	4750
0,18	4820	4890	4959	5029	5098	5168	5237	5306	5376	5445
0,19	5514	5583	5652	5720	5789	5858	5926	5995	6063	6132
0,20	6200	6268	6336	6404	6472	6540	6608	6675	6743	6810
0,21	6878	6945	7012	7080	7147	7214	7281	7348	7414	7481
0,22	7548	7614	7681	7747	7814	7880	7946	8012	8079	8145
0,23	8211	8277	8343	8409	8475	8541	8607	8672	8738	8803
0,24	8869	8934	8999	9065	9130	9195	9260	9325	9390	9455
0,25	9520	9584	9649	9713	9778	9842	9906	9971	0035	0100
0,26	0,8 0164	0228	0292	0356	0420	0484	0548	0612	0676	0740
0,27	0804	0868	0931	0995	1058	1122	1185	1249	1312	1376
0,28	1439	1502	1565	1628	1691	1754	1816	1879	1942	2005
0,29	2068	2130	2193	2255	2318	2380	2442	2505	2567	2630

ТАБЛИЦА III

$S; h = 1,00 d_e$										
$-\beta$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,00	0,0 0000		9070	0785	2202	3425	4498	5472	6363	7190
0,01	0,1 7965	8694	9384	0038	0662	1259	1832	2384	2916	3431
0,02	0,2 3930	4414	4884	5341	5785	6219	6642	7055	7458	7853
0,03	8240	8618	8990	9354	9712	0064	0410	0750	1084	1413
0,04	0,3 1736	2054	2367	2676	2981	3282	3579	3872	4161	4445
0,05	4728	5006	5281	5553	5822	6088	6351	6611	6869	7123
0,06	7375	7624	7870	8115	8357	8597	8834	9069	9303	9534
0,07	9764	9992	0218	0442	0664	0884	1101	1317	1532	1745
0,08	0,4 1956	2166	2375	2582	2787	2992	3194	3396	3596	3795
0,09	3992	4188	4383	4576	4769	4960	5149	5338	5526	5712
0,10	5897	6081	6264	6445	6626	6806	6985	7163	7340	7516
0,11	7691	7865	8039	8211	8383	8554	8724	8893	9061	9228
0,12	9395	9561	9726	9890	0053	0216	0378	0539	0700	0860
0,13	0,5 1019	1177	1335	1492	1649	1805	1960	2115	2269	2422
0,14	12575	2727	2878	3029	3179	3328	3477	3626	3774	3921
0,15	4068	4214	4360	4505	4649	4793	4937	5080	5223	5365
0,16	5507	5648	5789	5930	6070	6209	6348	6487	6625	6763
0,17	6900	7037	7173	7309	7444	7579	7714	7848	7982	8116
0,18	8249	8382	8514	8646	8778	8909	9039	9170	9300	9430
0,19	9559	9688	9816	9945	0073	0200	0327	0454	0581	0707
0,20	0,6 0833	0959	1084	1209	1333	1458	1582	1706	1829	1952
0,21	2075	2198	2320	2442	2564	2686	2807	2928	3049	3169
0,22	3289	3409	3529	3648	3767	3886	4005	4124	4242	4360
0,23	4477	4594	4711	4828	4945	5061	5177	5292	5408	5524
0,24	5639	5753	5868	5982	6097	6211	6324	6438	6551	6665
0,25	6778	6890	7003	7115	7228	7340	7451	7563	7674	7786
0,26	7897	8007	8118	8228	8339	8449	8559	8668	8778	8887
0,27	8997	9106	9214	9323	9431	9540	9648	9756	9863	9971
0,28	0,7 0079	0186	0293	0399	0506	0613	0719	0825	0932	1038
0,29	1114	1249	1355	1460	1566	1671	1776	1880	1985	2089

ТАБЛИЦА III

$S; h = 1,10 d_e$											
$-\beta$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0,00											
0,01											
0,02											
0,03											
0,04											
0,05											
0,06											
0,07											
0,08											
0,09											
0,10	0,1	4847	5181	5514	5847	6180	6511	6842	7173	7503	7832
0,11		8160	8487	8814	9139	9462	9785	0106	0426	0744	1061
0,12	0,2	1377	1691	2004	2315	2625	2934	3240	3545	3849	4151
0,13		4452	4751	5049	5345	5639	5932	6223	6512	6800	7086
0,14		7371	7654	7936	8216	8494	8771	9047	9321	9594	9865
0,15	0,3	0135	0403	0670	0936	1200	1463	1724	1985	2243	2501
0,16		2757	3012	3266	3518	3769	4019	4268	4515	4761	5006
0,17		5250	5493	5734	5974	6213	6451	6688	6924	7159	7392
0,18		7625	7857	8087	8317	8545	8773	8999	9225	9449	9673
0,19		9895	0117	0337	0557	0776	0994	1211	1427	1642	1856
0,20	0,4	2070	2283	2495	2706	2916	3126	3334	3542	3749	3955
0,21		4161	4366	4570	4773	4976	5178	5379	5579	5779	5978
0,22		6176	6373	6570	6766	6962	7157	7351	7544	7737	7929
0,23		8121	8312	8503	8693	8882	9070	9258	9446	9633	9819
0,24	0,5	0005	0190	0375	0559	0743	0926	1108	1290	1472	1653
0,25		1833	2013	2192	2371	2550	2727	2905	3082	3258	3434
0,26		3610	3785	3960	4134	4308	4482	4655	4827	4999	5171
0,27		5342	5513	5683	5853	6022	6191	6359	6528	6695	6863
0,28		7030	7197	7363	7529	7695	7860	8025	8190	8354	8518
0,29		8681	8844	9007	9169	9331	9493	9654	9815	9976	0136

ТАБЛИЦА III

$S : h = 1,20 d_e$											
$-\beta$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0,00											
0,01											
0,02											
0,03											
0,04											
0,05											
0,06											
0,07											
0,08											
0,09											
0,10											
0,11											
0,12											
0,13											
0,14											
0,15	0,1	3656	3841	4029	4220	4413	4610	4809	5010	5215	5421
0,16		5630	5842	6055	6271	6489	6708	6930	7153	7378	7604
0,17		7832	8062	8293	8526	8760	8995	9231	9468	9706	9946
0,18	0,2	0186	0428	0670	0914	1157	1402	1647	1892	2138	2385
0,19		2632	2879	3127	3376	3624	3873	4122	4372	4622	4872
0,20		5122	5373	5624	5875	6126	6377	6627	6878	7129	7380
0,21		7630	7881	8131	8381	8631	8881	9131	9380	9629	9878
0,22	0,3	0127	0376	0624	0872	1120	1367	1614	1861	2107	2353
0,23		2598	2843	3088	3333	3577	3821	4064	4307	4549	4791
0,24		5033	5274	5515	5756	5996	6235	6474	6713	6952	7190
0,25		7427	7664	7901	8137	8373	8609	8844	9078	9312	9546
0,26		9779	0012	0244	0475	0706	0937	1167	1397	1627	1856
0,27	0,4	2084	2312	2540	2767	2994	3220	3446	3671	3896	4121
0,28		4345	4569	4792	5015	5237	5459	5681	5902	6123	6343
0,29		6563	6782	7001	7220	7438	7656	7873	8090	8306	8522

ТАБЛИЦА IV

$\frac{V}{D^3} : h = 0,70 a'_e$										
$-\beta$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,00	3, 2840	2856	2872	2887	2903	2919	2935	2951	2966	2982
0,01	2998	3014	3031	3047	3064	3080	3096	3113	3129	3146
0,02	3162	3179	3195	3212	3229	3246	3262	3279	3296	3312
0,03	3329	3346	3363	3379	3396	3413	3430	3447	3463	3480
0,04	3497	3514	3531	3548	3565	3583	3600	3618	3634	3651
0,05	3668	3685	3702	3720	3737	3754	3771	3788	3806	3823
0,06	3840	3858	3875	3893	3910	3928	3945	3963	3980	3998
0,07	4015	4033	4050	4068	4085	4103	4121	4138	4156	4173
0,08	4191	4209	4227	4245	4263	4281	4298	4316	4334	4352
0,09	4370	4388	4406	4424	4442	4461	4479	4497	4515	4533
0,10	4551	4569	4588	4606	4624	4643	4661	4679	4697	4716
0,11	4734	4753	4771	4790	4808	4827	4846	4864	4883	4901
0,12	4920	4939	4958	4977	4996	5015	5033	5052	5071	5090
0,13	5109	5128	5147	5166	5185	5204	5223	5242	5261	5280
0,14	5299	5318	5338	5357	5377	5396	5415	5435	5454	5474
0,15	5493	5513	5532	5552	5571	5591	5611	5630	5650	5669
0,16	5689	5709	5729	5749	5769	5789	5809	5829	5849	5869
0,17	5889	5909	5929	5950	5970	5990	6010	6030	6051	6071
0,18	6091	6111	6132	6152	6173	6193	6213	6234	6254	6275
0,19	6295	6315	6336	6356	6377	6397	6417	6438	6458	6479
0,20	6499	6521	6542	6564	6585	6607	6628	6650	6671	6693
0,21	6714	6736	6757	6779	6800	6822	6843	6866	6886	6908
0,22	6929	6951	6972	6994	7016	7038	7059	7081	7103	7124
0,23	7146	7168	7190	7212	7234	7257	7279	7301	7323	7345
0,24	7367	7389	7411	7434	7456	7478	7500	7522	7545	7567
0,25	7589	7612	7635	7659	7682	7705	7728	7751	7775	7798
0,26	7821	7844	7868	7891	7914	7938	7961	7984	8007	8031
0,27	8054	8078	8101	8125	8148	8172	8195	8219	8242	8266
0,28	8289	8313	8337	8361	8385	8409	8433	8457	8481	8505
0,29	8529	8553	8578	8602	8626	8651	8675	8699	8723	8748

ТАБЛИЦА IV

$\frac{V}{b^3} ; h = 1,00 d_e$										
$-\beta$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,00	4, 1888	1929	1970	2011	2052	2093	2134	2175	2216	2257
0,01		2298	2339	2380	2421	2462	2503	2543	2584	2625
0,02		2707	2748	2788	2829	2870	2911	2951	2992	3033
0,03		3114	3155	3195	3236	3277	3318	3358	3399	3440
0,04		3521	3562	3603	3643	3684	3725	3766	3807	3847
0,05		3929	3970	4011	4052	4093	4134	4175	4216	4257
0,06		4339	4380	4422	4463	4504	4546	4587	4628	4669
0,07		4752	4793	4835	4876	4918	4959	5000	5042	5083
0,08		5166	5208	5250	5291	5333	5375	5417	5459	5500
0,09		5584	5626	5668	5711	5753	5795	5837	5879	5922
0,10		6006	6048	6091	6133	6176	6218	6261	6303	6346
0,11		6431	6474	6517	6559	6602	6645	6688	6731	6775
0,12		6861	6904	6948	6991	7035	7078	7121	7165	7208
0,13		7295	7339	7382	7426	7469	7513	7557	7601	7645
0,14		7733	7777	7821	7866	7910	7954	7999	8043	8088
0,15		8177	8222	8267	8311	8356	8401	8446	8491	8536
0,16		8626	8671	8716	8762	8807	8852	8898	8943	8989
0,17		9080	9126	9172	9217	9263	9309	9355	9401	9447
0,18		9539	9585	9632	9678	9725	9771	9818	9864	9911
0,19	5, 0004	0051	0098	0145	0192	0239	0286	0334	0381	0429
0,20		0476	0524	0572	0619	0667	0715	0763	0811	0859
0,21		0955	1003	1052	1100	1149	1197	1246	1294	1343
0,22		1440	1489	1538	1587	1636	1685	1734	1784	1833
0,23		1932	1982	2032	2081	2131	2181	2231	2281	2331
0,24		2431	2481	2532	2582	2633	2683	2734	2785	2835
0,25		2937	2988	3039	3091	3142	3193	3245	3297	3348
0,26		3452	3504	3556	3609	3661	3713	3765	3818	3870
0,27		3975	4028	4081	4133	4186	4239	4292	4346	4399
0,28		4506	4560	4614	4667	4721	4775	4829	4883	4938
0,29		5046	5101	5155	5210	5264	5319	5374	5429	5485

ТАБЛИЦА IV

$\frac{V}{b^3} ; h = 1,20 d_e$										
$-\beta$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,00										
0,01										
0,02										
0,03										
0,04										
0,05										
0,06										
0,07										
0,08										
0,09										
0,10										
0,11										
0,12										
0,13										
0,14										
0,15	4, 9727	9792	9857	9922	9987	0052	0118	0183	0249	0314
0,16	5, 0380	0447	0513	0580	0646	0713	0780	0847	0915	0982
0,17	1049	1117	1185	1254	1322	1390	1459	1528	1596	1665
0,18	1734	1804	1874	1943	2013	2083	2153	2224	2294	2365
0,19	2435	2506	2577	2649	2720	2791	2863	2935	3007	3079
0,20	3151	3224	3296	3369	3441	3514	3587	3661	3734	3808
0,21	3881	3955	4029	4104	4178	4252	4327	4402	4476	4551
0,22	4626	4702	4777	4853	4928	5004	5080	5157	5233	5310
0,23	5386	5463	5540	5617	5694	5771	5849	5927	6004	6082
0,24	6160	6238	6317	6395	6474	6552	6631	6710	6790	6869
0,25	6948	7028	7108	7188	7268	7348	7429	7510	7590	7671
0,26	7752	7834	7915	7997	8078	8160	8242	8324	8407	8489
0,27	8571	8654	8737	8820	8903	8986	9070	9154	9237	9321
0,28	9405	9490	9575	9659	9744	9829	9914	0000	0085	0171
0,29	6, 0256	0342	0428	0515	0601	0687	0774	0861	0949	1036

ТАБЛИЦА V

$\frac{n}{\delta^2} ; h = 0,70 d_e$										
$-\beta$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,00	8, 796	799	801	804	806	809	811	814	816	819
0,01		821	824	826	829	831	834	836	839	844
0,02		846	849	851	853	856	859	862	864	869
0,03		872	875	877	880	882	885	887	890	895
0,04		897	900	902	905	907	910	913	915	920
0,05		923	926	928	931	934	937	939	942	947
0,06		950	953	955	958	961	964	966	969	974
0,07		977	980	982	985	988	991	993	996	1001
0,08	9, 004	007	009	012	015	018	020	023	026	028
0,09		031	034	037	039	042	045	048	051	056
0,10		059	062	065	067	070	073	076	079	084
0,11		087	090	093	096	099	102	104	107	110
0,12		116	119	122	125	128	131	133	136	139
0,13		145	148	151	154	157	160	162	165	168
0,14		174	177	180	183	186	189	192	195	201
0,15		204	207	210	213	216	220	223	226	229
0,16		235	238	241	244	247	250	253	256	259
0,17		265	268	271	274	277	281	284	287	290
0,18		296	299	302	306	309	312	315	318	322
0,19		328	331	334	338	341	344	347	350	354
0,20		360	363	367	370	373	377	380	383	385
0,21		393	396	400	403	406	410	413	416	419
0,22		426	429	433	436	440	443	446	450	453
0,23		460	463	467	470	474	477	480	484	487
0,24		494	498	501	505	508	512	515	519	522
0,25		529	533	536	540	543	547	550	554	557
0,26		564	568	571	575	578	582	586	589	593
0,27		600	604	607	611	615	619	622	626	630
0,28		637	641	644	648	652	656	659	663	667
0,29		674	678	682	685	689	693	697	701	704

ТАБЛИЦА V

$\frac{n}{b^2} : h = 1,00 d_e$										
$-\beta$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,00	12, 566	564	562	561	559	557	555	553	552	550
0,01		548	548	549	549	550	550	550	551	552
0,02		552	553	554	556	557	558	559	560	563
0,03		564	566	567	569	571	573	574	576	579
0,04		581	583	585	587	589	591	593	595	599
0,05		601	603	606	608	610	613	615	617	622
0,06		624	627	629	632	634	637	640	642	647
0,07		650	653	656	658	661	664	667	670	675
0,08		678	681	684	687	690	693	696	699	705
0,09		708	711	714	717	720	724	727	730	736
0,10		739	742	746	749	753	756	759	763	770
0,11		773	777	780	784	787	791	794	798	805
0,12		808	812	815	819	822	826	830	833	840
0,13		844	848	851	855	859	863	866	870	877
0,14		881	885	889	893	897	901	904	908	916
0,15		920	924	928	932	936	940	944	948	956
0,16		960	964	968	973	977	981	985	989	998
0,17	13, 002	006	011	015	019	024	028	032	036	041
0,18		045	049	054	058	063	067	071	076	085
0,19		089	094	098	103	107	112	117	121	130
0,20		135	140	144	149	154	159	163	168	177
0,21		182	187	192	196	201	206	211	216	225
0,22		230	235	240	245	250	255	259	264	274
0,23		279	284	289	294	299	304	309	314	324
0,24		329	334	339	345	350	355	360	365	376
0,25		381	386	392	397	403	408	413	419	430
0,26		435	441	446	452	457	463	468	474	485
0,27		490	496	501	507	512	518	524	529	540
0,28		546	552	557	563	569	575	580	586	597
0,29		603	609	615	621	627	633	638	644	656

ТАБЛИЦА V

$\frac{n}{b^2} : h = 1,20 d_e$										
$-\beta$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,00										
0,01										
0,02										
0,03										
0,04										
0,05										
0,06										
0,07										
0,08										
0,09										
0,10										
0,11										
0,12										
0,13										
0,14										
0,15	14, 158	169	180	191	202	213	223	234	245	256
0,16	267	278	288	299	310	321	331	342	353	363
0,17	374	384	395	406	416	427	437	447	458	468
0,18	479	489	499	510	520	530	540	551	561	571
0,19	581	591	601	612	622	632	642	652	662	672
0,20	682	692	701	711	721	731	741	751	761	770
0,21	780	790	800	809	819	829	839	848	858	868
0,22	877	887	897	906	916	925	935	944	954	964
0,23	973	983	992	1002	1011	1021	1030	1040	1049	1059
0,24	15, 068	078	087	097	106	116	125	135	144	154
0,25	163	173	182	191	201	210	220	229	239	248
0,26	258	267	277	286	295	305	314	324	333	343
0,27	352	362	371	381	390	400	409	419	429	438
0,28	448	457	467	476	486	496	505	515	524	534
0,29	544	553	563	573	582	592	602	611	621	631

Остальной небольшой объем между уровнем κ и основанием пузырька (капли) может быть определен как объем усеченного конуса.

Методика определения площади криволинейной поверхности Π . Величина площади криволинейной поверхности пузырька (капли) определяется из произведения b^2 и величины $\left(\frac{\Pi}{b^2}\right)_\kappa$, найденной из таблиц V для заданных β и κ .

Площадь остальной поверхности между уровнем κ и основанием пузырька (капли) определяется как боковая поверхность усеченного конуса.

ЛИТЕРАТУРА

1. J. Andreas, E. Hauser a. W. Tucker, J. Phys. Chem., **42**, 1001 (1938).
2. S. Fordham, Proc. Roy. Soc. **A**, **194**, 1 (1948).
3. F. Bashforth a. J. Adams, Capillary Action, Cambridge, 1883.
4. В. И. Мелик-Гайказян. Известия ТПИ (предыдущая статья).